คู่มือการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อการรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน
กรมที่ดิน

คำนำ

กรมที่ดินได้จัดทำ “แผนงานจัดทำฐานข้อมูลแนวเขตทางสาธารณประโยชน์ มาตราส่วน 1:4000” เพื่อจัดทำแนวเขตทางสาธารณประโยชน์ และรองรับการจัดทำฐานข้อมูลสิ่งปลูกสร้างที่บุกรุกทางสาธารณประโยชน์ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาการบุกรุกทางสาธารณประโยชน์ อีกทั้งเป็นการสนับสนุนข้อมูลให้แก่ กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม ในการดำเนินการตามแผนบูรณาการตามมาตรการป้องกันการทุจริตเกี่ยวกับสิ่งล่วงล้ำลำแม่น้ำ แผนงานที่ 1 สำรวจจัดทำแผนที่ฐานข้อมูลสิ่งปลูกสร้างล่วงล้ำลำแม่น้ำทั่วประเทศ

การดำเนินการโดยการถ่ายทอดแนวเขตที่ดินแปลงสุดท้ายที่ติดกับทางสาธารณประโยชน์ในการกำหนดแนวเขตโดยพิจารณาจากภาพถ่ายทางอากาศที่จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร หากสภาพพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องบินถ่ายภาพใหม่เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการนานและเสียค่าใช้จ่ายในการบินจำนวนมาก กรมที่ดินจึงมีความจำเป็นต้องใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) มาดำเนินการถ่ายภาพในพื้นที่ขนาดเล็ก เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่เป็นปัจจุบัน สำหรับใช้ในการบริหารจัดการบุกรุกทางสาธารณประโยชน์ต่อไป

สารบัญ

บทที่ ๑ อากาศยานไร้คนขับ	**๑**
๑.๑ บทนำ	๑
๑.๒ ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ	๒
๑.๒.๑ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)	๒
๑.๒.๒ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)	๒
๑.๒.๓ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)	๒
๑.๓ ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่าย	๔
๑.๔ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ	๕
๑.๔.๑ อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกประเภทที่ ๑(ก)	๖
๑.๔.๑ อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกประเภทที่ ๑(ข)	๗
๑.๕ การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ	๘
๑.๕.๑ การขึ้นทะเบียนผู้ครอบครองอากาศยานไร้คนขับ	๘
๑.๕.๒ การขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก	๑๓
บทที่ ๒ ขั้นตอนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ	**๑๕**
๒.๑ หลักการวางแผนการบินและการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ	๑๕
๒.๑.๑ ความสูงบิน	๑๕
๒.๑.๒ ขนาด GSD	๑๗
๒.๑.๓ ส่วนซ้อนและส่วนเกย	๑๗
๒.๑.๔ รูปแบบการบิน	๑๗
๒.๒ โปรแกรมควบคุมการบิน	๑๘
๒.๒.๑ CHCUAV Control	๑๘
๒.๒.๒ DJI GO๔	๑๙
๒.๒.๓ Pix๔D	๑๙
๒.๓ การสร้างจุดควบคุมภาพถ่าย	๒๐
๒.๔ การประมวลผลภาพถ่าย	๒๐
๒.๕ การตรวจสอบคุณภาพผลลัพธ์	๒๑
บทที่ ๓ การวางแผนการบินและการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ	**๒๒**
๓.๑ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่งCHCNAV รุ่นP๓๑๖	๒๒
๓.๑.๑ ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖	๒๓
๓.๑.๒ คุณสมบัติของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖	๒๗
๓.๑.๓ ขั้นตอนการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖	๒๗

สารบัญ (ต่อ)

๓.๑.๔ การตั้งค่าสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS)	๒๘
๓.๑.๕ การประกอบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖	๓๑
๓.๑.๖ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับอากาศยานฯ และการทำวัดสอบเซนเซอร์ (Calibration Sensor) อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖	๓๕
๓.๑.๗ การตั้งค่าแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl”	๔๐
๓.๑.๘ การวางแผนการบิน	๔๖
๓.๑.๙ ขั้นตอนการบินสำรวจ	๖๖
๓.๒ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒	๘๑
๓.๒.๑ ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒	๘๒
๓.๒.๒ คุณสมบัติของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒	๘๕
๓.๒.๓ ขั้นตอนการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒	๘๗
๓.๒.๔ การเตรียมและประกอบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒	๘๗
๓.๒.๕ การเตรียมอุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller)	๙๐
๓.๒.๖ การติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) สำหรับการบินสำรวจบนอุปกรณ์แสดงผล	๙๓
๓.๒.๗ การวางแผนการบิน	๑๐๘
๓.๒.๘ ขั้นตอนการบินสำรวจ	๑๑๔
บทที่ ๔ การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)	๑๒๗
๔.๑ จุดควบคุมภาคพื้นดินหรือ Ground Control Point (GCP)	๑๒๗
๔.๒ จุดตรวจสอบภาพหรือ Check Point (CP)	๑๒๙
๔.๓ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)	๑๓๐
๔.๔ ขั้นตอนการวางแผนปฏิบัติงาน สร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)	๑๓๔
๔.๔.๑ จัดทำแผนที่สังเขปเพื่อกำหนดตำแหน่งการวางจุดควบคุม	๑๓๔
๔.๔.๒ การเข้าสำรวจพื้นที่	๑๓๕
๔.๔.๓ การปรับแก้ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ก่อนการปฏิบัติงาน	๑๓๖
๔.๔.๔ การตรวจสอบการรับสัญญาณของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS	๑๓๗

สารบัญ (ต่อ)

๔.๕ การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)	๑๔๐
๔.๕.๑ จุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)	๑๔๐
๔.๕.๒ การเขียนรายการรังวัด (เซนสนาม)	๑๔๓
๔.๕.๓ ขั้นตอนการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS	๑๔๔
๔.๖ การส่งออกข้อมูลค่าพิกัดจากเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม	๑๔๙
บทที่ ๕ การประมวลผลข้อมูล	๑๕๑
๕.๑ การเตรียมข้อมูลสำหรับการประมวลผล	๑๕๑
๕.๑.๑ ข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖	๑๕๑
๕.๑.๒ ข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒	๑๖๙
๕.๒ การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix4Dmapper	๑๗๑
๕.๒.๑ หลักการและขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix๔Dmapper	๑๗๑
๕.๒.๒ ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix4Dmapper	๑๗๔
บทที่ ๖ ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ	๒๐๘
๖.๑ สภาพอากาศ	๒๐๘
๖.๒ วัสดุและสีที่ใช้ทำเป้าสำหรับงานการสร้างจุดควบคุม	๒๐๙
๖.๓ การรับสัญญาณดาวเทียม GNSS	๒๐๙
๖.๔ ผลกระทบจากความร้อนของสภาพอากาศ	๒๑๐
๖.๕ การเข้าพื้นที่ปฏิบัติงาน	๒๑๑
ภาคผนวก	๒๑๓
แผนที่ภาพถ่ายซึ่งถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับโดย ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน	๒๑๔
ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง“หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกพ.ศ. ๒๕๕๘”	๒๓๑

บทที่ ๑
อากาศยานไร้คนขับ

๑.๑ บทนำ

อากาศยานไร้คนขับ หรือ Unmanned Aerial Vehicle (UAV) เป็นยานพาหนะทางอากาศขนาดเล็ก มีการควบคุมและสั่งการการบินด้วยระบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติโดยไม่มีนักบินอยู่บนเครื่อง สามารถควบคุมด้วยอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล การใช้งานอากาศยานไร้คนขับในช่วงแรกนั้นเริ่มต้นพัฒนามาจากเทคโนโลยีทางการทหารเพื่อการป้องกันประเทศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับถูกพัฒนาให้ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น เช่น ด้านการเกษตร กีฬาและสันทนาการ การพาณิชย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในงานภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photogrammetry)

ความก้าวหน้าในการพัฒนาทางเทคโนโลยีด้านอากาศยานไร้คนขับและการค้นพบอัลกอริ ทึมการประมวลผลภาพในการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายสองมิติทางด้านคอมพิวเตอร์วิชั่น (Computer Vision) ทำให้มีการพัฒนาระบบการทำแผนที่จากอากาศยานไร้คนขับ (UAV Photogrammetry) ขึ้น ทำให้การใช้งานง่ายสะดวกและมีความคล่องตัวมากขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศแบบเดิม (Traditional Photogrammetry) สามารถให้ผลลัพธ์หลายลักษณะที่มีรายละเอียดความถูกต้องแม่นยำ มีความสมบูรณ์ ความคมชัดและเป็นปัจจุบันได้แก่ข้อมูลแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (Digital Surface Model, DSM) แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศที่ทำจากแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (True Orthophoto) เส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศ(Contour Line)และแบบจำลองสามมิติเชิงเลข (3D Texture Mesh Model) ซึ่งนำไปใช้งานทางด้านวิศวกรรมได้เป็นอย่างดีนอกจากนี้ยังใช้เวลาและงบประมาณที่ต่ำกว่าการถ่ายภาพชนิดอื่นๆ ด้วย

การจัดทำภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ทำได้ด้วยการติดกล้องดิจิทัลไว้กับลำตัวของอากาศยาน เพื่อทำการถ่ายภาพจากมุมสูงขณะบินตัวอากาศยานสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบโดยผ่านการกำหนดพื้นที่ในการบินเก็บข้อมูลภาพถ่ายการกำหนดแนวบินการกำหนดจุดบินขึ้นและลงจอดจากผู้ปฏิบัติงานการควบคุมและแสดงผลการทำงานผ่านสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station) โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถทราบตำแหน่งของเครื่องอากาศยานไร้คนขับว่าอยู่ตำแหน่งใดสถานะเชื่อมต่อสถานะดาวเทียมสถานะของพลังงานแบตเตอรี่อีกทั้งผู้ปฏิบัติงานสามารถสั่งการลงจอดฉุกเฉินตามลักษณะเหตุการณ์เฉพาะหน้าได้โดยเมื่อหลังจากที่บินถ่ายภาพในพื้นที่เสร็จสิ้นตามขั้นตอนแล้วจะต้องนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการประมวลผลภาพถ่ายด้วยโปรแกรมเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล Orthophoto และ Digital Surface Model (DSM) เพื่อนำผลของข้อมูลดังกล่าวไปใช้งานตามจุดประสงค์ต่อไป

๑.๒ ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับมีการแบ่งประเภทที่สามารถกำหนดรูปแบบการจัดได้หลายลักษณะทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการนำไปใช้ภารกิจคุณลักษณะเฉพาะของอากาศยานไร้คนขับเองที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานสำหรับภารกิจใดภารกิจหนึ่งหรือสำหรับสภาวะของภูมิประเทศในการนำไปใช้นอกจากนั้นในข้อพิจารณาดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงว่าอากาศยานไร้คนขับดังกล่าวผู้นำไปใช้เป็นองค์กรใดมีการใช้เพื่อความมุ่งหมายและเหตุผลใดซึ่งนักวิชาการไทยได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของอากาศยานไร้คนขับไว้ ๘ ประเภทดังนี้

(๑.) แบ่งตามความต้องการของการใช้

(๒.) แบ่งตามลักษณะการควบคุม

(๓.) แบ่งตามลักษณะประเภทของการบิน

(๔.) แบ่งตามขีดความสามารถของระยะปฏิบัติการ

(๕.) แบ่งตามความสูงของเพดานบินและห้วงเวลาในการครองอากาศ

(๖.) แบ่งตามระดับของการปฏิบัติการ

(๗.) แบ่งตามลักษณะการสร้าง

(๘.) แบ่งตามการสนับสนุนและการส่งกำลังบำรุง

โดยเอกสารฉบับนี้จะแบ่งประเภทอากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่ายเป็น ๓ ประเภทดังนี้

๑.๒.๑ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)

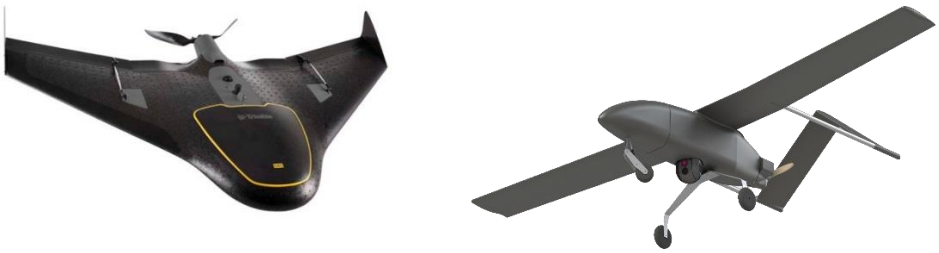
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing) เป็นอากาศยานที่มีลักษณะคล้ายกับเครื่องบินทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ ๓๐-๖๐นาทีสามารถบินครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าอากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุนต้องอาศัยพื้นที่โล่งกว้างในการลงจอด

๑.๒.๒ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) เป็นอากาศยานที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง อาศัยการหมุนของใบพัดในการขึ้นลงและขับเคลื่อนไปในทิศทางต่างๆประกอบด้วยใบพัดจำนวน ๓, ๔, ๖ และ ๘ ใบพัดโดยทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ ๑๐-๒๐ นาที

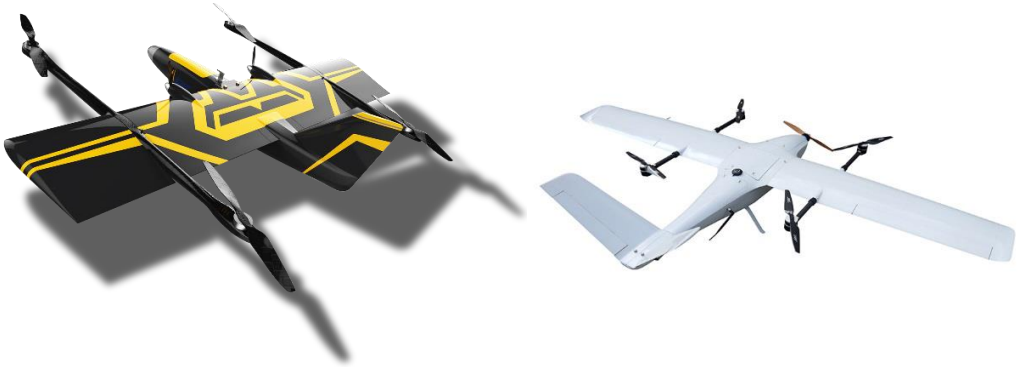
๑.๒.๓ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid) เป็นอากาศยานที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่มีลำตัวเป็นแบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงและมีใบพัดให้สามารถขึ้นลงแนวดิ่งได้ (Vertical Take-off and Landing, VTOL) ซึ่งเป็นการนำข้อดีของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงมารวมกับชนิดปีกหมุน



ตัวอย่างอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)

ตัวอย่างอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)



ตัวอย่างอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)

ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ	ข้อดี	ข้อเสีย
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง	ระยะเวลาในการบินนาน ครอบคลุมพื้นที่กว้าง บินด้วยความเร็วสูงและทนต่อแรงลม	ใช้พื้นที่ขึ้นลงมาก ราคาสูง ใช้งานยาก
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน	ง่ายต่อการใช้งาน ใช้พื้นที่ขึ้นลงน้อย ราคาถูก	บินช้า ระยะเวลาในการบินน้อย ทนต่อแรงลมได้น้อย
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง	ใช้พื้นที่ขึ้นลงน้อย ระยะเวลาในการบินได้นาน ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง บินด้วยความเร็วสูงและทนต่อแรงลม	ราคาสูง ใช้งานยาก

๑.๓ ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่าย

จากคำจำกัดความของอากาศยานไร้คนขับหมายถึงเครื่องบินที่สามารถบินได้ด้วยระบบอัตโนมัติโดยไม่ใช้นักบิน จะเห็นว่าลักษณะของอากาศยานไร้คนขับจะกำหนดได้จากการออกแบบการสร้างระบบต่างๆในอากาศยานไร้คนขับและระบบสนับสนุนที่อยู่บนพื้นดินซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้มาจากความต้องการหลัก ๕ ประการ คือ ระยะเวลาบิน ความเร็ว รัศมีทำการ ความสูง และน้ำหนักรวม เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งระบบแล้ว ระบบอากาศยานไร้คนขับจะแยกได้ ๑๐ ส่วนคือ

(๑) โครงเครื่องบิน (Airframe) มีรูปร่างที่แตกต่างกันตามแต่ละประเภทของอากาศยานไร้คนขับในลำตัวประกอบด้วยเฟรมมอเตอร์ใบพัดชุดอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมรอบมอเตอร์หรือเซอร์โวสำหรับเครื่องบินปีกแข็งส่วนวัสดุที่ใช้ก็มีหลายแบบเช่นโลหะพลาสติกผสมคาร์บอนไฟเบอร์ผสม

(๒) ระบบควบคุม (Control System) เป็นแบบการบังคับโดยใช้วิทยุจากพื้นดินหรือควบคุมการบินด้วยระบบคอมพิวเตอร์ชุดควบคุมการบินประกอบด้วยตัวแก้เอียง IMU ทำงานร่วมกับ GPS และตัวตรวจจับอื่นๆเพื่อรักษาระดับความสูงและตาแหน่ง

(๓) กล้อง (Camera) เป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการถ่ายภาพทางอากาศ

(๔) ระบบการปล่อยและลงจอด (Launch and Landing System) การปล่อยอากาศยานไร้คนขับขึ้นบินทำได้หลายวิธีเช่นการยิงจากเครื่องส่ง (Launch) การวิ่งขึ้นจากทางวิ่งการโยนและการลงจอดก็มีหลายวิธีเช่น การจับด้วยตาข่าย การใช้ร่มชูชีพ การใช้พาราฟอยล์ และการบังคับลงบนรันเวย์

(๕) ระบบนำร่องและนำวิถี (Navigation and Guidance System) จะใช้ GNSS เป็นอุปกรณ์ทำงานด้านระบบนำร่องและนำวิถีซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของอากาศยานไร้คนขับ

(๖) ระบบควบคุมและสนับสนุนภาคพื้น (Ground Control Station) หลักการทำงานคล้ายๆกับระบบควบคุมภาคพื้นของอากาศยานทั่วๆไป โดยมีหน้าที่ตรวจสอบการทำงาน และตรวจข้อมูลต่างๆที่ส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับ

(๗) ช่องสัมภาระที่บรรทุก (Payload) เช่นกล้องถ่ายภาพแบตเตอรี่

(๘) ระบบการเชื่อมต่อและเก็บข้อมูล (Data Link and Storage System) ระบบเชื่อมต่อระหว่างอากาศยานไร้คนขับและระบบควบคุมและสนับสนุนภาคพื้นใช้หลายย่านความถี่เช่นย่านความถี่สูง (HF) ย่านความถี่สูงมาก (VHF) และย่านไมโครเวฟ

(๙) ระบบป้องกันตนเอง (Self-Protection Systems) อากาศยานจะมีระบบป้องกันตนเองเบื้องต้นเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับอากาศยานในระหว่างการบิน เช่น เมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมดแต่ยังไม่ถึงจุดร่อนลงอากาศยานจะร่อนลงเองอัตโนมัติเพื่อไม่ให้เกิดการทิ้งตัวในระหว่างการบินหรือร่มชูชีพในกรณีเครื่องตก

(๑๐) ผู้ควบคุมอากาศยาน (Pilot) ต้องเป็นผู้ที่ได้รับการฝึกมาเป็นอย่างดีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายระหว่างการบินและได้ข้อมูลภาพถ่ายที่สามารถนามาประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๑.๔ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ

ในปัจจุบันมีการใช้อากาศยานไร้คนขับอย่างแพร่หลาย เนื่องจากราคาถูกลง เข้าถึงง่าย ผู้ใช้งานก็มิต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญมาก หากมีการใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมอาจก่อให้เกิดผลเสียหายตามมา ทั้งการใช้เพื่อการก่ออาชญากรรมหรือสิ่งผิดกฎหมาย เช่น การวางระเบิด การขนส่งวัตถุต้องห้าม ขนยาเสพติด ขนโทรศัพท์เข้าเรือนจำ เป็นต้นและการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล เช่น การใช้อากาศยานถ่ายภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวของบุคคลหรือพื้นที่ส่วนบุคคลโดยไม่ได้รับอนุญาตการใช้งานในทางที่ผิดกฎหมายนั้นสามารถเข้าใจได้โดยง่าย แต่การละเมิดสิทธิส่วนบุคคลของผู้อื่นนั้นหมายถึงอย่างไร ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจก่อนว่า สิทธิส่วนบุคคลนั้นหมายถึงอะไร

สิทธิส่วนบุคคล หรือ สิทธิในความเป็นอยู่ส่วนตัว (Right to Privacy) หมายถึง สิทธิของบุคคลตามหลักขั้นพื้นฐานของกฎหมายที่จะอยู่ตามลำพังโดยปราศจากการรบกวนหรือสอดแทรกจากผู้อื่นที่ทำให้เกิดความเดือดร้อย รำคาญใจ เสียหาย อับอาย หรือการแสวงหาประโยชน์โดยมิชอบ ถือเป็นสิทธิเสรีภาพขั้นพื้นฐานตามธรรมชาติของมนุษย์และเกี่ยวข้องด้วยศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ซึ่งมีที่มาจากความเชื่อว่าเป็นสิทธิที่มีติดตัวมนุษย์มาตั้งแต่กำเนิด แบ่งได้สี่ประการสำคัญ ได้แก่ สิทธิในความเป็นอยู่ส่วนตัวเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ชีวิต ครอบครัว เคหสถาน หรือที่พักอาศัย และการติดต่อสื่อสาร ดังนั้นโดยหลักแล้ว สิทธิในความเป็นอยู่ส่วนตัวจึงควรได้รับความเคารพจากบุคคลทั้งหลายรวมทั้งองค์กรของรัฐด้วยฉะนั้นผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับจะต้องทราบถึงสิทธินี้ด้วย

นอกเหนือจากเรื่องดังกล่าวแล้วนั้นยังต้องคำนึงความปลอดภัยของการใช้งานที่จะเกิดผลตามมาตามพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. ๒๔๙๗ กำหนดให้รัฐมนตรีมีอำนาจอนุญาตและกำหนดเงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมจึงออกประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง “หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. ๒๕๕๘” มีใจความสำคัญดังนี้

“อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก” หมายความว่าอากาศยานที่ควบคุมการบินโดยผู้ควบคุมการบินอยู่ภายนอกอากาศยาน และใช้ระบบควบคุมอากาศยานทั้งนี้ไม่รวมถึงเครื่องบินเล็กซึ่งใช้เป็นเครื่องเล่นตามกฎกระทรวงกำหนดวัตถุซึ่งไม่เป็นอากาศยาน พ.ศ. ๒๕๔๘

“ระบบควบคุมอากาศยาน” หมายความว่าชุดอุปกรณ์อันประกอบด้วยเครื่องเชื่อมโยงคำสั่งควบคุมหรือการบังคับอากาศยานรวมทั้งสถานีหรือสถานที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เหล่านี้หรือเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการบินจากภายนอกและตัวอากาศยานด้วย

อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกตามประกาศนี้แบ่งเป็น๒ประเภทดังนี้

ประเภทที่ ๑ ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเล่นเป็นงานอดิเรกเพื่อความบันเทิงหรือเพื่อการกีฬาแบ่งออกเป็น ๒ ขนาดคือ

(ก) ที่มีน้ำหนักไม่เกิน๒กิโลกรัม

(ข) ที่มีน้ำหนักเกิน๒กิโลกรัมแต่ไม่เกิน๒๕กิโลกรัม

ประเภทที่ ๒ ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกจากประเภทที่ ๑ และมีน้ำหนักไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัมดังนี้

(ก) เพื่อการรายงานเหตุการณ์หรือรายงานการจราจร (สื่อมวลชน)

(ข) เพื่อการถ่ายภาพการถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน์

(ค) เพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน

(ง) เพื่อการอื่นๆ

สำหรับผู้ใช้งานอากาศยานแต่ละประเภทจะมีข้อกำหนดในการใช้งานตามประกาศกระทรวงซึ่งส่วนใหญ่จะกำหนดคุณสมบัติผู้บังคับ กำหนดขั้นตอนก่อนทำการบินและระหว่างบิน การขึ้นทะเบียนผู้บังคับ การขึ้นทะเบียนอากาศยานและเอกสารประกอบอื่นๆยกตัวอย่างดังนี้

๑.๔.๑ อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกประเภทที่ ๑(ก)

ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องมีอายุเกินกว่า๑๘ปีบริบูรณ์เว้นแต่จะมีผู้แทนโดยชอบธรรมควบคุมดูแลและต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(๑) ก่อนทำการบิน

(ก) ตรวจสอบว่าอากาศยานอยู่ในสภาพที่สามารถทำการบินได้อย่างปลอดภัยซึ่งรวมถึงตัวอากาศยานและระบบควบคุมอากาศยาน

(ข) ได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่ที่จะทำการบิน

(ค) ทำการศึกษาพื้นที่และชั้นของห้วงอากาศที่จะทำการบิน

(ง) มีแผนฉุกเฉินรวมถึงแผนสำหรับกรณีเกิดอุบัติเหตุการรักษาพยาบาลและการแก้ปัญหากรณีไม่สามารถบังคับอากาศยานได้

(๒) ระหว่างทำการบิน

(ก) ห้ามทำการบินในลักษณะที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตร่างกายทรัพย์สิน และรบกวนความสงบสุขของบุคคลอื่น

(ข) ห้ามทำการบินเข้าไปในบริเวณเขตห้ามเขตกำกัดและเขตอันตรายตามที่ประกาศในเอกสารแถลงข่าวการบินของประเทศไทย (Aeronautical Information Publication – Thailand หรือ AIP – Thailand) รวมทั้งสถานที่ราชการหน่วยงานของรัฐโรงพยาบาลเว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากหน่วยงานเจ้าของพื้นที่

(ค) แนวการบินขึ้นลงของอากาศยานจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง

(ง) ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องสามารถมองเห็นอากาศยานได้ตลอดเวลาที่ทำการบิน และห้ามทำการบังคับอากาศยานโดยอาศัยชุดกล้องบนอากาศยานหรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียง

(จ) ต้องทำการบินในระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตกซึ่งสามารถมองเห็นอากาศยานได้อย่างชัดเจน

(ฉ) ห้ามทำการบินเข้าใกล้หรือเข้าไปในเมฆ

(ช) ห้ามทำการบินภายในระยะเก้ากิโลเมตร (ห้าไมล์ทะเล) จากสนามบินหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวของอากาศยานเว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของหรือผู้ดำเนินการสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาต

(ซ) ห้ามทำการบินโดยใช้ความสูงเกินเก้าสิบเมตร (สามร้อยฟุต) เหนือพื้นดิน

(ฌ) ห้ามทำการบินเหนือเมืองหมู่บ้านชุมชนหรือพื้นที่ที่มีคนมาชุมนุมอยู่

(ญ) ห้ามบังคับอากาศยานเข้าใกล้อากาศยานซึ่งมีนักบิน

(ฎ) ห้ามทำการบินละเมิดสิทธิส่วนบุคคลของผู้อื่น

(ฏ) ห้ามทำการบินโดยก่อให้เกิดความเดือดร้อนความรำคาญแก่ผู้อื่น

(ฐ) ห้ามส่งหรือพาวัตถุอันตรายตามที่กำหนดในกฎกระทรวงหรืออุปกรณ์ปล่อยแสงเลเซอร์ติดไปกับอากาศยาน

(ฑ) ห้ามทำการบินโดยมีระยะห่างในแนวราบกับบุคคลยานพาหนะสิ่งก่อสร้างหรืออาคารน้อยกว่า ๓๐ เมตร (๑๐๐ ฟุต)

๑.๔.๒ อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกประเภทที่ ๑(ข)

ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องมีคุณสมบัติและลักษณะดังต่อไปนี้

(๑) มีอายุไม่ต่ำกว่า ๒๐ ปีบริบูรณ์

(๒) ไม่เป็นผู้มีพฤติการณ์อันเป็นภัยต่อความมั่นคงของประเทศ

(๓) ไม่เคยต้องโทษจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุกในความผิดตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดหรือกฎหมายว่าด้วยศุลกากร

ขอขึ้นทะเบียนต่ออธิบดีพร้อมด้วยเอกสารและหลักฐานแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

(๑) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนหรือสำเนาหนังสือเดินทาง

(๒) สำเนาทะเบียนบ้าน

(๓) แบบยี่ห้อหมายเลขประจำตัวเครื่องจำนวนและสมรรถนะของอากาศยานรวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

(๔) สำเนากรมธรรม์ประกันภัยซึ่งคุ้มครองความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกายชีวิตตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สามวงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง

(๕) วัตถุประสงค์ของการใช้อากาศยาน

(๖) ขอบเขตของพื้นที่ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่จะทำการบิน

(๗) ข้อมูลติดต่อของผู้ยื่นคำขอลงทะเบียน

(๘) คำรับรองว่าผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานมีคุณสมบัติและลักษณะตามข้อกำหนดและปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(๑) ก่อนทำการบิน

(ก) ดำเนินการตามอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกประเภทที่ ๑(ก) ข้อ (๑) (ก) ถึง (ง)

(ข) มีการบำรุงรักษาตามคู่มือของผู้ผลิต

(ค) มีความรู้ความชำนาญในการบังคับอากาศยานและระบบของอากาศยาน

(ง) มีความรู้ความเข้าใจในกฎจราจรทางอากาศ

(จ) นำหนังสือหรือสำเนาหนังสือการขึ้นทะเบียนติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน

(ฉ) มีอุปกรณ์ดับเพลิงที่สามารถใช้งานได้ติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน

(ช) มีการทำประกันภัยสำหรับความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกายชีวิตตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สามวงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง

(๒) ระหว่างทำการบิน

(ก) ดำเนินการตามอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกประเภทที่ ๑ (ก) ข้อ (๒) (ก) ถึง (ฐ)

(ข) ห้ามทำการบินโดยมีระยะห่างในแนวราบกับบุคคลยานพาหนะสิ่งก่อสร้างอาคารที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการบินน้อยกว่าห้าสิบเมตร (หนึ่งร้อยห้าสิบฟุต)

(ค) เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นแก่อากาศยานให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานแจ้งอุบัติเหตุนั้นต่อพนักงานเจ้าหน้าที่โดยไม่ชักช้า

(หากสนใจจะศึกษารายละเอียดทั้งหมดของประกาศกระทรวงคมนาคมฉบับนี้สามารถศึกษาได้ที่ภาคผนวก)

๑.๕ การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับที่ต้องขึ้นทะเบียนได้แก่อากาศยานที่ติดตั้งกล้องบันทึกภาพ และอากาศยานที่มีน้ำหนักเกิน ๒ กิโลกรัม จะต้องขึ้นทะเบียนทุกกรณี (กรณีมีน้ำหนักเกิน ๒๕ กิโลกรัม ต้องได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม)

๑.๕.๑ การขึ้นทะเบียนผู้ครอบครองอากาศยานไร้คนขับ

การขึ้นทะเบียนผู้ครอบครองอากาศยานไร้คนขับเสมือนการทำทะเบียนรถยนต์ โดยขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ใช้เอกสารประกอบดังนี้

(๑) บัตรประจำตัวประชาชนตัวจริงของผู้ครอบครอง

(๒) ภาพถ่ายของตัวอากาศยานและรีโมทคอนโทรลที่จะทำการขึ้นทะเบียนแบบที่เห็นเลข Serial Number และหากเป็นอากาศยานที่ประกอบขึ้นเองต้องนำตัวอากาศยานมาลงทะเบียนด้วย (ในกรณีเป็นร้านค้าต้องมีบัญชีแสดงรายการอากาศยานที่ครอบครองด้วย)

ตัวอย่างภาพถ่ายตัวเครื่อง รีโมทคอนโทรล และ Serial Number

(๓) คำขอขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุคมนาคมสำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน (แบบ คท.๓๐)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ	**คำขอขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุคมนาคม สำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน** UAV'S RADIO EQUIPMENT REGISTRATION	แบบ คท.30 สำหรับเจ้าหน้าที่ เอกสารเลขที่..... ลงวันที่.....

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ให้ถูกต้องครบถ้วน *Check mark in the box*

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... *Date/Month/Year*

วันที่ครอบครองเครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้ในอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน *Date of possession UAV*

☐ นำเข้าด้วยตนเอง วันที่ *Import by yourself (On date/month/year)* .....

☐ ซื้อจากร้านค้า ตามใบเสร็จ/ใบกำกับภาษี ลงวันที่ *Purchase from* .....
(Receipt/Tax invoice on date/month/year) .....

☐ นำเข้ามาใช้งานในประเทศเป็นการชั่วคราว ระหว่างวันที่ *Temporary import (For Tourist)* .....
Tourist Visa valid for ..... days (From ..... Until .....)

ประเภทอากาศยาน

☐ น้ำหนักไม่เกิน 2 กิโลกรัม *Weight less than 2 kg.*

☐ น้ำหนักเกินกว่า 2 กิโลกรัมแต่ไม่เกิน 25 กิโลกรัม *Weight more than 2 kg. but less than 25 kg.*

☐ น้ำหนักตั้งแต่ 25 กิโลกรัมขึ้นไป *Weight more than 25 kg.*

ข้าพเจ้าขอยื่นคำขอขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้ในอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ *I would like to apply for UAV's radio equipment registration with the following information*

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ขอขึ้นทะเบียน *Section 1, Applicant information*

(1) บุคคลธรรมดา *(1) Natural Person*

ชื่อ *Name* ..... นามสกุล *Surname* ..... อายุ *Age* ..... ปี

เลขประจำตัวบัตรประชาชน *Thai Citizen ID* ☐-☐☐☐☐-☐☐☐☐☐-☐☐-☐ เลขหนังสือเดินทาง *Passport No.* .....

เกิดวันที่ *Date of birth* ..... เดือน *Month* ..... พ.ศ. *Year* ..... สัญชาติ *Nationality*.....

อาชีพ *Occupation* .....ที่อยู่ปัจจุบัน/สามารถติดต่อได้ *Contact Address in Thailand* .....

ตรอก/ซอย *Alley* ..... ถนน *Street* ..... ตำบล/แขวง *Sub-District* .....

อำเภอ/เขต *District* ..... จังหวัด *Province* ..... รหัสไปรษณีย์ *Postcode* .....

โทรศัพท์มือถือ *Mobile* ..... โทรศัพท์ *Phone* ..... โทรสาร *Fax* .....

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ *E-mail* .....

(2) นิติบุคคล/ส่วนงานราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การ หรือหน่วยงานของรัฐ ซึ่งเป็นนิติบุคคลตามกฎหมาย *(2) Juristic person/ government agency, state enterprise, state agency or agency; which is a legal entity.*

ชื่อนิติบุคคล/หน่วยงาน *Name of juristic person/Organization* .....

เลขทะเบียนนิติบุคคล *Registration number* ☐-☐☐☐☐-☐☐☐☐☐-☐☐-☐ วันที่จดทะเบียนเป็นนิติบุคคล *Date of incorporation* ..... ลักษณะธุรกิจหรือกิจกรรมที่ประกอบการ *Nature of business or activity* .....

ที่ตั้ง *Address* เลขที่ *Number* ..... ตรอก/ซอย *Alley* ..... ถนน *Street* .....

ตำบล/แขวง *Sub-District* ..... อำเภอ/เขต *District* ..... จังหวัด *Province* .....

รหัสไปรษณีย์ *Postcode* ..... โทรศัพท์มือถือ *Mobile* ..... โทรศัพท์ *Phone* .....

โทรสาร *Fax* ..... ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ *E-mail* .....

คท.0-554/04

ปรับปรุง ณ วันที่ 26 เมษายน 2562

ตัวอย่างแบบ คท.๓๐ หน้า ๑

-2-

ส่วนที่ 2 วัตถุประสงค์ของการใช้อากาศยาน *Section 2, Purpose of use the aircraft*

- ☐ เพื่อการเล่นเป็นงานอดิเรก ความบันเทิง หรือเพื่อการกีฬา *Hobby, entertainment or sport*
- ☐ เพื่อการรายงานเหตุการณ์หรือรายงานการจราจร (สื่อมวลชน) *Journalist or traffic report (Mass communication)*
- ☐ เพื่อการถ่ายภาพ ถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน์ *Photography, Videography or TV-Filming*
- ☐ เพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน เพื่อการพาณิชย์ *Aircraft Research and development for commercial use*
- ☐ กรณีมีวัตถุประสงค์อื่น ให้ระบุ *Other purpose, specify* .....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก *Section 3, UAV information*

(1) แบบอากาศยาน ตราอักษร *Brand* ..... รุ่น *Model* .....

(2) จำนวนเครื่องยนต์ *Number of motors* ..... จำนวนใบพัด *Number of propellers* .....

(3) หมายเลขประจำเครื่อง *Serial number* .....

(4) น้ำหนัก (ก.ก.) *Weight (kg.)* .....

(5) อุปกรณ์ที่ติดตั้ง *Installated accessories* .....

(6) เพดานบินสูงสุด (เมตร) *Max, flying altitude (meter)* .....

(7) คลื่นความถี่ (MHz) และกำลังส่งออกอากาศสมมูลแบบไอโซทรอปิก (Equivalent Isotropically Radiated Power : e.i.r.p.)
Frequency and transmission power

- ☐ 433.05 – 434.79 MHz กำลังส่งสูงสุด e.i.r.p. 10 mW *Maximum transmission power 10 mW*
- ☐ 2400 – 2500 MHz กำลังส่งสูงสุด e.i.r.p. 100 mW *Maximum transmission power 100 mW*
- ☐ 5725 – 5850 MHz กำลังส่งสูงสุด e.i.r.p. 1000 mW *Maximum transmission power 1000 mW*

ส่วนที่ 4 ข้อมูลอุปกรณ์ควบคุมการบิน *Section 4, Remote controller information*

(1) อุปกรณ์ควบคุมการบิน ตราอักษร *Remote control brand* .....

(2) หมายเลขประจำเครื่องอุปกรณ์ควบคุมการบิน *Remote control serial number* .....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า เครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ข้างต้น มีความสอดคล้องตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และเงื่อนไขการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน สำหรับใช้งานเป็นการทั่วไป ทั้งนี้ หากก่อให้เกิดการรบกวนระดับรุนแรงต่อการใช้คลื่นความถี่ของข่ายสื่อสารอื่นในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ข้าพเจ้าจะระงับการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมดังกล่าวทันที *I hereby certify that the radio equipment contained in the UAV above declared confirm with the NBTC notification of rules and conditions for radio frequency usage permission for general use UAV.*

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ยื่นคำขอ/ผู้แทนนิติบุคคล

Signature of Applicant/Corporate Representative

หมายเหตุ หากผู้ขอขึ้นทะเบียนฯ ไม่แจ้งข้อความจริงต่อเจ้าพนักงานผู้รับขึ้นทะเบียนฯ ถือว่าผู้ขอขึ้นทะเบียนฯ กระทำความผิดฐานแจ้งความเท็จต่อเจ้าพนักงานตามประมวลกฎหมายอาญามาตรา 137 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือนหรือปรับไม่เกินหนึ่งพันบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ *False information to registration, under the Criminal Code, Section 137 shall be liable to imprisonment up to six months or fine up to one thousand Baht or both.*

คท.0-554/04

ปรับปรุง ณ วันที่ 26 เมษายน 2562

ตัวอย่างแบบ คท.๓๐ หน้า ๒

-3-

ส่วนที่ 5 เอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียน *Section 5, Requirements document*

5.1 เอกสารแสดงตน *Applicant Identity Verifration Document*

☐ แสดงบัตรประจำตัวประชาชน/สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน *Thai Citizen ID*

☐ สำเนาหนังสือเดินทาง *Copy of passport (For foreigner)*

☐ สำเนาทะเบียนพาณิชย์ (กรณีเป็นร้านค้า) *Copy of commercial registration (In case of store merchandise)*

☐ สำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล (มีอายุไม่เกิน 90 วัน) *Copy of corporate registration (Issue within 90 days)*

5.2 เอกสารแสดงลักษณะทางเทคนิค *UAV Technical Data*

☐ เอกสารแสดงลักษณะทางเทคนิคของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์/เอกสารแบบรับรองตนเองของผู้ประกอบการ *(Supplier Declaration of Conformity: SDoC)*/แบบรับรองตนเองของผู้ครอบครองเครื่องวิทยุคมนาคมสำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน *(Owner Declaration of Conformity: ODoC)*

☐ รูปถ่ายของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นด้านหน้า ด้านหลัง ด้านข้างและตราอักษร แบบ/รุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคม นั้น *UAV's picture shows front, back, side and serial number*/บัญชีแสดงรายการเครื่องวิทยุคมนาคมจากผู้จำหน่าย

☐ สำเนาใบยกเลิกการขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้ในอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน (Drone) (คท.31) ของผู้ครอบครองเดิม ***กรณี เปลี่ยนผู้ครอบครองเครื่องวิทยุคมนาคม*** *Copy of cancellation the UAV's radio equipment registration. In case, transferring of ownership*

☐ ใบเสร็จ และ/หรือ ใบกำกับภาษี *Receipt and/or Tax invoice*

5.3 เอกสารหลักฐานเพิ่มเติมกรณีมอบอำนาจ *Additional evidence of Power of Attorney*

☐ หนังสือมอบอำนาจ *Power of Attorney document*

☐ สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนผู้มอบอำนาจ *Copy of ID card of the authorized person.*

☐ สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนผู้รับมอบอำนาจ *Copy of ID card of the attorney.*

ส่วนที่ 6 สำหรับเจ้าหน้าที่ *For Officer*

☐ **ผ่านเกณฑ์** *Approval*

☐ **ไม่ผ่านเกณฑ์** *Not Approval*

☐ **อื่นๆ** *Other* .....

ทั้งนี้ ห้ามนำอุปกรณ์ใดๆ มาติดต่อหรือปรับเข้าไว้ หรือประกอบกับเครื่องวิทยุคมนาคมข้างต้นเพื่อเพิ่มกำลังส่งให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ และในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก (Drone) ให้ถือปฏิบัติตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศที่ไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก (Drone) พ.ศ. 2558 *Do not take any equipment. Contact or adjust. Or to connect with the radio communications above to increase transmission capacity beyond the specified. For the purpose of enforcing or releasing an aircraft without pilot type airplanes, it shall comply with the notification of the Ministry of Transport regarding the rules of application and the conditions for enforcing or releasing air. External (Drone) 2015*

กรณี ไม่ผ่านเกณฑ์ตามประกาศฯ ไม่สามารถใช้งานในประเทศไทยได้และให้ดำเนินการทำลายเครื่องวิทยุคมนาคมหรือส่งออกนอกราชอาณาจักรภายใน 30 วัน และแจ้งสำนักงาน กสทช. ทราบ ภายใน 15 วัน *In case of "Not Approval", the owner will not allow to use in Thailand. Must be destroyed or exported out of the Kingdom of Thailand within 30 days, and must report to NBTC*

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้รับขึ้นทะเบียน *Signature of Registrar Officer*

ลงชื่อ.....

(.....)

เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ *Signature of Inspector Officer*

หน่วยงาน *Organization* .....

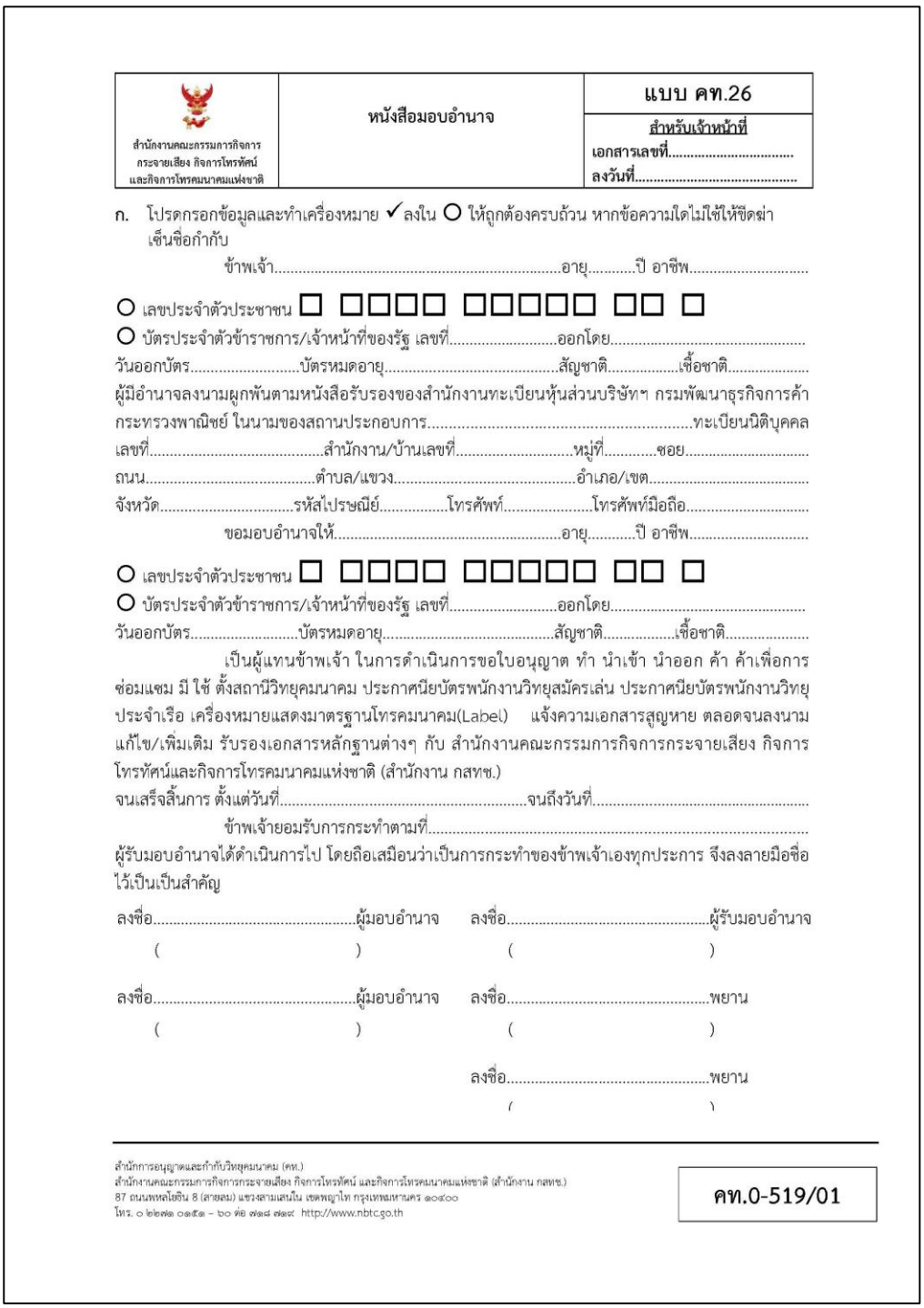
วันที่ *Date* .....

สำนักการอนุญาตและกำกับวิทยุคมนาคม (คท.)
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.)
87 ถนนพหลโยธิน 8 (สายลม) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทร. 0 2670 8888 ต่อ 7400, 7402 http://www.nbtc.go.th Call Center 1200

คท.0-554/04
ปรับปรุง ณ วันที่ 26 เมษายน 2562

ตัวอย่างแบบ คท.๓๐ หน้า ๓

(๔) ในกรณีเป็นตัวแทนของผู้ครอบครองอากาศยานมาขอขึ้นทะเบียนต้องมีเอกสารมอบอำนาจ (แบบ คท.๒๖) และนำบัตรประจำตัวประชาชนตัวจริงของผู้ครอบครองอากาศยานมาเป็นหลักฐานด้วย



สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ	หนังสือมอบอำนาจ	แบบ คท.26 สำหรับเจ้าหน้าที่ เอกสารเลขที่..... ลงวันที่.....

ก. โปรดกรอกข้อมูลและทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ○ ให้ถูกต้องครบถ้วน หากข้อความใดไม่ใช้ให้ขีดฆ่าเซ็นชื่อกำกับ

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อาชีพ.....

○ เลขประจำตัวประชาชน □ □□□□ □□□□□ □□ □

○ บัตรประจำตัวข้าราชการ/เจ้าหน้าที่ของรัฐ เลขที่.....ออกโดย.....

วันออกบัตร.....บัตรหมดอายุ.....สัญชาติ.....เชื้อชาติ.....

ผู้มีอำนาจลงนามผูกพันตามหนังสือรับรองของสำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัทฯ กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ในนามของสถานประกอบการ.....ทะเบียนนิติบุคคลเลขที่.....สำนักงาน/บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ซอย.....

ถนน.....ตำบล/แขวง.....อำเภอ/เขต.....

จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....โทรศัพท์มือถือ.....

ขอมอบอำนาจให้.....อายุ.....ปี อาชีพ.....

○ เลขประจำตัวประชาชน □ □□□□ □□□□□ □□ □

○ บัตรประจำตัวข้าราชการ/เจ้าหน้าที่ของรัฐ เลขที่.....ออกโดย.....

วันออกบัตร.....บัตรหมดอายุ.....สัญชาติ.....เชื้อชาติ.....

เป็นผู้แทนข้าพเจ้า ในการดำเนินการขอใบอนุญาต ทำ นำเข้า นำออก ค้า ค้าเพื่อการซ่อมแซม มี ใช้ ตั้งสถานีวิทยุคมนาคม ประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุสมัครเล่น ประกาศนียบัตรพนักงานวิทยุประจำเรือ เครื่องหมายแสดงมาตรฐานโทรคมนาคม(Label) แจ้งความเอกสารสูญหาย ตลอดจนลงนามแก้ไข/เพิ่มเติม รับรองเอกสารหลักฐานต่างๆ กับ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.)

จนเสร็จสิ้นการ ตั้งแต่วันที่.....จนถึงวันที่.....

ข้าพเจ้ายอมรับการกระทำตามที่.....ผู้รับมอบอำนาจได้ดำเนินการไป โดยถือเสมือนว่าเป็นการกระทำของข้าพเจ้าเองทุกประการ จึงลงลายมือชื่อไว้เป็นเป็นสำคัญ

ลงชื่อ.....ผู้มอบอำนาจ ลงชื่อ.....ผู้รับมอบอำนาจ

( ) ( )

ลงชื่อ.....ผู้มอบอำนาจ ลงชื่อ.....พยาน

( ) ( )

ลงชื่อ.....พยาน

( )

สำนักการอนุญาตและกำกับวิทยุคมนาคม (คท.)
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.)
87 ถนนพหลโยธิน 8 (สายลม) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร ๑๐๔๐๐
โทร. ๐ ๒๒๗๑ ๐๙๕๑ - ๖๐ ต่อ ๗๑๔ ๗๑๙ http://www.nbtc.go.th

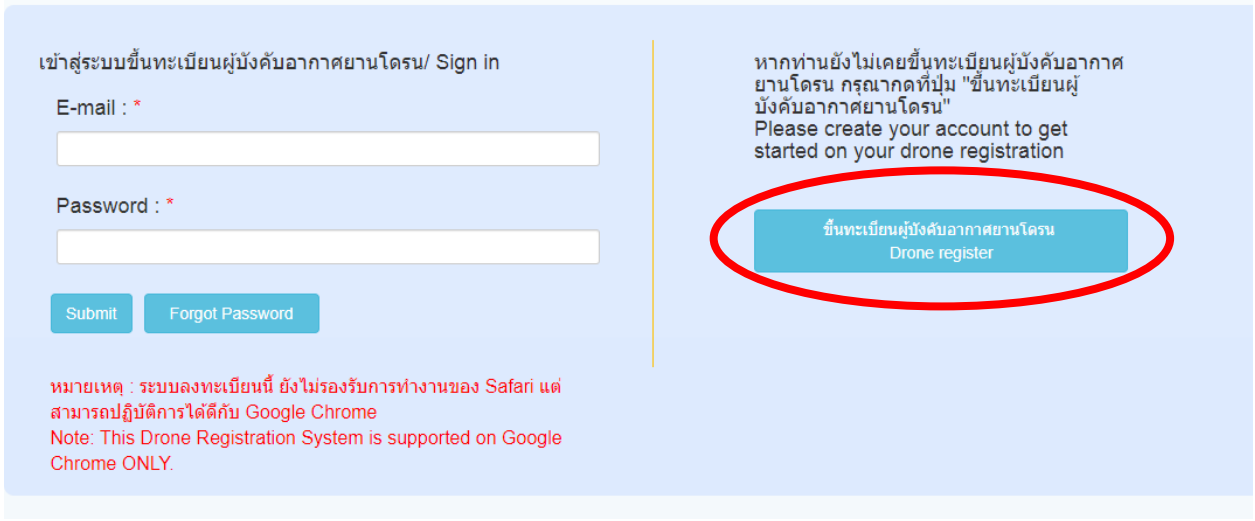
คท.0-519/01

ตัวอย่างแบบ คท.๒๖

๑.๕.๒ การขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก

การขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกเสมือนการทำใบขับขี่รถยนต์ ทะเบียนมีอายุ ๒ ปี นับตั้งแต่วันออกหนังสือ โดยขึ้นทะเบียนกับสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) มีขั้นตอนดังนี้

(๑) กรอกคำขอขึ้นทะเบียนผ่านทางเว็บไซต์ https://uav.caat.or.th/



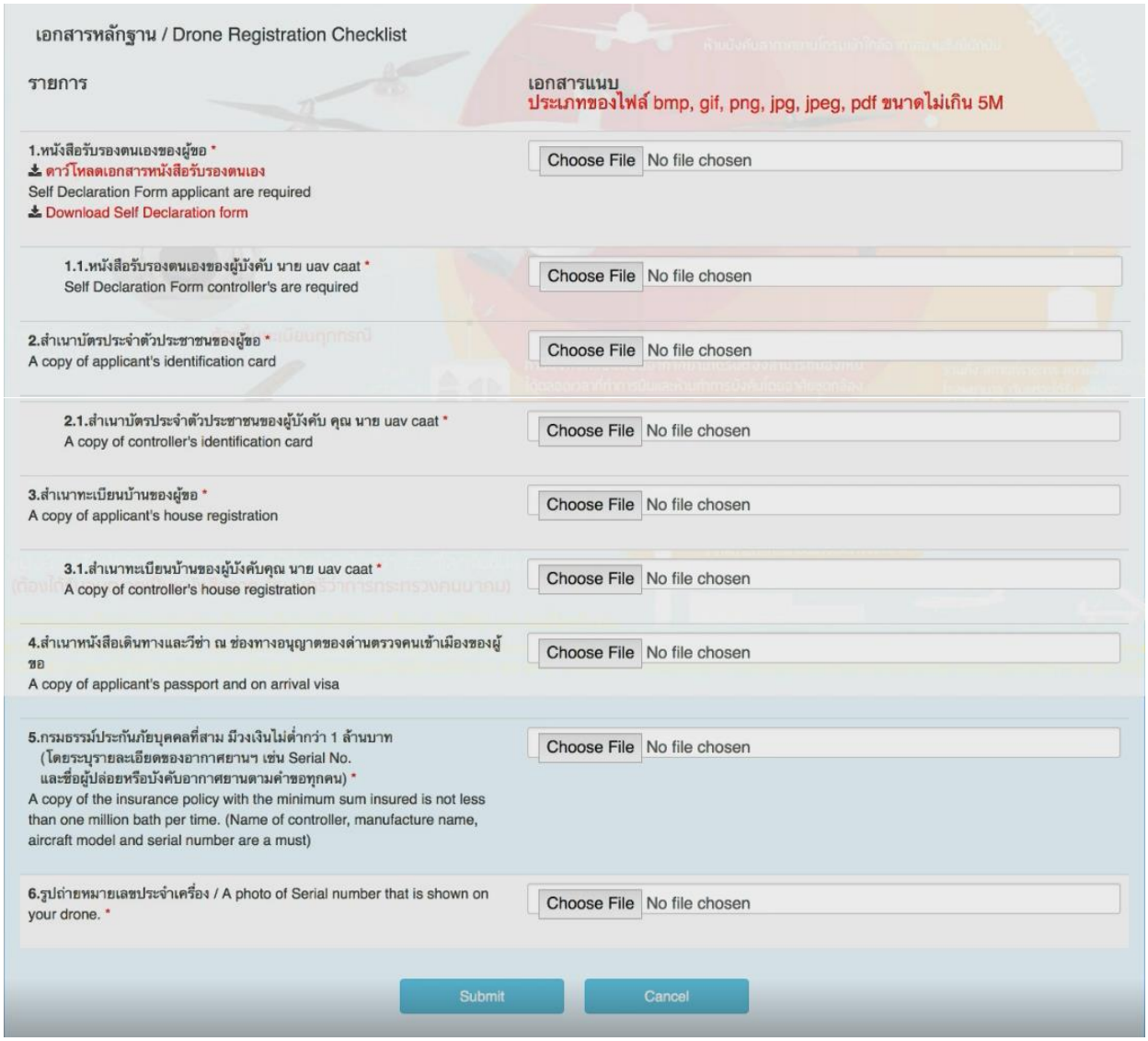
(๒) การขึ้นทะเบียนผู้บังคับจะแบ่งออกเป็น ๓ ประเภทตามวัตถุประสงค์การใช้งานอากาศยาน คือ

๑. บุคคลธรรมดา

๒. นิติบุคคล

๓. ราชการ/รัฐวิสาหกิจ

(๓) ในการขึ้นทะเบียนผ่านเว็บไซต์ หลังจากกรอกข้อมูลเบื้องต้นแล้ว จะมีขั้นตอนที่ให้อัพโหลดเอกสารหลักฐานที่ต้องใช้ในการขึ้นทะเบียน



(๔) หลังจากขึ้นทะเบียนผู้บังคับบนเว็บไซต์และอัพโหลดเอกสารเรียบร้อยแล้วระบบจะแจ้งผลการขึ้นทะเบียนให้ทราบผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์(E-mail) ที่กรอกไว้ภายใน ๑๕ วันทำการ

บทที่ ๒
ขั้นตอนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ

การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับเพื่องานวิศวกรรม ประกอบด้วยการทำงาน ๒ ส่วนคือ งานภาคสนาม และงานภายในสำนักงาน ซึ่งต้องใช้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ถูกต้องตามหลักการ ทั้งนี้งานภาคสนามของการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับได้แก่ งานวางแผนการบินถ่ายภาพทางอากาศและงานสร้างจุดควบคุมภาพถ่าย ส่วนงานภายในสำนักงานได้แก่ การประมวลผลภาพถ่ายและการตรวจสอบคุณภาพผลลัพธ์

๒.๑ หลักการวางแผนการบินและการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ

การวางแผนการบินและการบินถ่ายภาพเป็นขั้นตอนที่กำหนดความละเอียดของภาพ คุณภาพของภาพ พอยท์คลาวด์ และความถูกต้องเชิงตำแหน่ง โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการวางแผนการบินดังนี้

(๑) ความสูงบิน

(๒) ขนาด GSD

(๓) ส่วนซ้อนและส่วนเกย

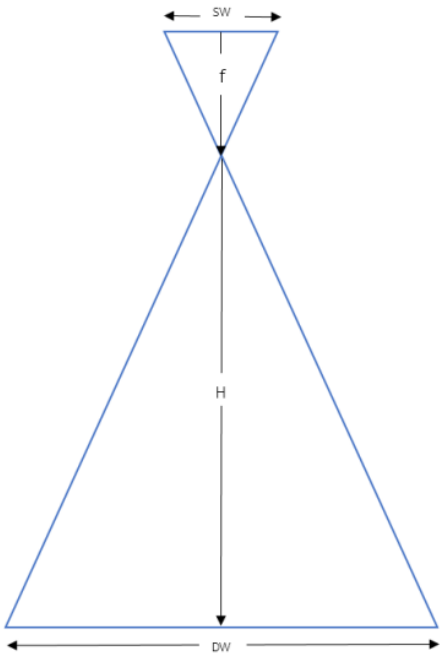
(๔) รูปแบบการบิน

โดยทั้ง ๔ ปัจจัยข้างต้นจะมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะกล่าวต่อไป นอกจากนี้การถ่ายภาพและการตั้งค่าการถ่ายภาพจะต้องตั้งค่าให้สามารถถ่ายภาพได้อย่างมีคุณภาพ มีสีสันที่ถูกต้อง และภาพจะต้องมีความคมชัด

๒.๑.๑ ความสูงบิน

ความสูงบินเป็นส่วนสำคัญของการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ เนื่องจากความสูงบินที่ต่ำลงจะได้ความละเอียดของภาพถ่ายสูงขึ้น สามารถผลิตข้อมูลเชิงตำแหน่งที่มีความถูกต้องมากขึ้น แต่ต้องใช้เวลาบินนานขึ้นเพื่อให้ได้ภาพที่มีส่วนซ้อนและส่วนเกยเท่าเดิม นอกจากระยะเวลาในการบินเพิ่มขึ้นแล้วยังต้องคำนึงถึงจำนวนภาพที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาในการประมวลผล ดังนั้นนอกจากจะต้องระวังเรื่องความสูงของสภาพพื้นที่แล้ว ระดับสูงบินมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ โดยสามารถคำนวณระดับสูงบิน (Flight Height) ได้จากสมการที่ ๒.๑

$$H = \frac{GSD\ x\ f\ x\ IW}{SW\ x\ 100} \quad \text{----------> สมการที่ ๒.๑}$$



เมื่อ	H (Flight Height)	คือ ความสูงการบินเหนือจุดขึ้นบิน		หน่วย เมตร
	GSD (Ground Sample Distance)	คือ ระยะพื้นต่อพิกเซล	หน่วย	เซนติเมตรต่อพิกเซล
	SW (Sensor Width)	คือ ระยะด้านกว้างของเซนเซอร์		หน่วย มิลลิเมตร
	f (Focal Length)	คือ ทางยาวโฟกัสของเลนส์		หน่วย มิลลิเมตร
	IW (Image Width)	คือ จำนวนพิกเซลด้านกว้าง		หน่วย พิกเซล

จากสมการที่ ๒.๑ สามารถหาระยะพื้นจริงจากภาพถ่ายหนึ่งใบได้จากสมการ

$$DW = \frac{GSD\ x\ IW}{100}$$ ----------> สมการที่ ๒.๒

เมื่อ	DW (Distance Width)	คือ ระยะพื้นต่อหนึ่งภาพ		หน่วย เมตร
	GSD (Ground Sample Distance)	คือ ระยะพื้นต่อพิกเซล	หน่วย	เซนติเมตรต่อพิกเซล
	IW (Image Width)	คือ จำนวนพิกเซลด้านกว้าง		หน่วย พิกเซล

๒.๑.๒ ขนาด GSD

การกำหนดค่า GSD ขึ้นกับความถูกต้องของข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ต้องการ โดยมีการกำหนดความถูกต้องในงานวิศวกรรมด้านต่าง ๆ แบ่งตามประเภทกิจกรรมหรือการใช้งานตามแนวทางของ FGDC (Geospatial Positioning Accuracy Standards PART 4: Standards for Architecture, Engineering, Construction (A/E/C) and Facility Management National)

๒.๑.๓ ส่วนซ้อนและส่วนเกย

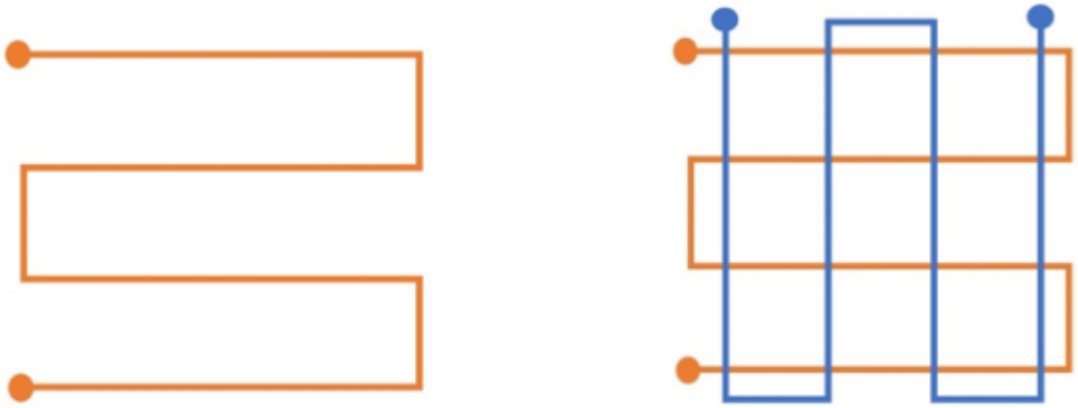
การกำหนดส่วนซ้อนและส่วนเกยสำหรับการวางแผนการบินในงานสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับนั้นมีความแตกต่างกับการสำรวจด้วยภาพถ่ายแบบดั้งเดิมเนื่องจากอากาศยานไร้คนขับมีขนาดเล็กและไม่สามารถควบคุมความเร็วและทิศทางการบินได้อย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาในการถ่ายภาพ ดังนั้นหากกำหนดส่วนซ้อนและส่วนเกยที่น้อยเกินไปอาจทำให้ภาพที่ถ่ายไม่สามารถต่อกันได้ โดยการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับจะต้องกำหนดส่วนซ้อนและส่วนเกยดังนี้

(๑) ส่วนซ้อนหรือพื้นที่ที่ทับกันอยู่ของภาพประชิดในแนวบิน ให้มีส่วนซ้อนกันไม่น้อยกว่าร้อยละ ๗๕

(๒) ส่วนเกยหรือพื้นที่ที่ทับกันอยู่ระหว่างแนวบินที่ประชิดกัน ให้มีส่วนเกยกันไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖๐

๒.๑.๔ รูปแบบการบิน

รูปแบบการบินโดยทั่วไปจะกำหนดให้บินถ่ายในลักษณะบล็อกสี่เหลี่ยมมุมฉาก เพื่อให้โครงข่ายมีความแข็งแรงและลดจำนวนจุดควบคุมภาพถ่าย โดยสามารถเลือกรูปแบบการบินได้ ๒ แบบคือ
รูปแบบการบินแบบทั่วไปและรูปแบบการบินแบบกริด



แสดงตัวอย่างรูปแบบการบินแบบทั่วไปและรูปแบบการบินแบบกริดตามลำดับ

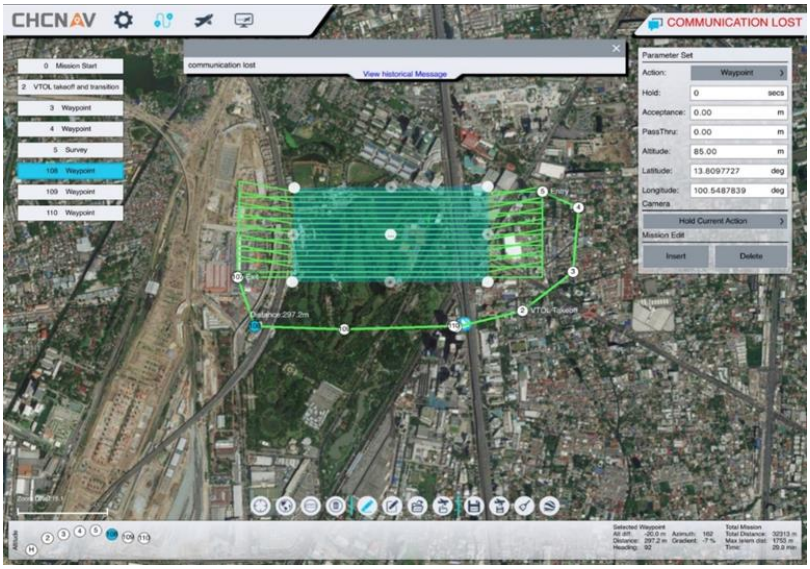
๒.๒ โปรแกรมควบคุมการบิน

ในการวางแผนการบินของอากาศยานไร้คนขับใช้โปรแกรมการควบคุม (Controller) ในแท็บเล็ต (Tablet) ยี่ห้อ iPad สำหรับควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน (Application) ได้แก่ CHCUAV Control , DJI GO4 และ Pix4D

CHCUAV Control DJI GO4 Pix4D

๒.๒.๑ CHCUAV Control

แอปพลิเคชัน CHCUAV Control ใช้ในการควบคุมอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV ส่วนประกอบต่างๆ ในแอปพลิเคชันประกอบด้วย แถบเมนู, Waypoint List, แผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ, ข้อมูลความสูงแต่ละ Waypoint, แถบแสดงสถานะ, แถบการตั้งค่า Waypoint, แถบการตั้งค่า Flight Plan และแถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan ในการบินถ่ายภาพจำเป็นต้องทำการกำหนดค่าต่างๆ ให้แล้วเสร็จก่อนทำการบิน



หน้าจอหลักแอปพลิเคชัน (Application) CHCUAV Control

๒.๒.๒ DJI GO๔

DJI GO๔ เป็นแอปพลิเคชัน (Application) สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์และตั้งค่าการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ ชนิดอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI ภายในแอปพลิเคชันจะบอกสถานะต่างๆ ของอากาศยานไร้คนขับ เช่น ความพร้อมของอากาศยาน จำนวนดาวเทียม คุณภาพสัญญาณการรับส่งภาพ สถานะแบตเตอรี่ คุณภาพสัญญาณการรับส่งสัญญาณของรีโมทควบคุมสู่อากาศยาน ฯลฯ

หน้าจอหลักแอปพลิเคชัน (Application) DJI GO4

๒.๒.๓ Pix๔D

Pix๔D เป็นแอปพลิเคชัน (Application) สำหรับการวางแผนการบินอากาศยานไร้คนขับเพื่อทำแผนที่ออร์โธ รองรับอากาศยานไร้คนขับเครื่องหมายการค้า DJI Parrot และ Yuneec ภายในแอปพลิเคชันประกอบไปด้วยภาพแสดงพื้นที่สำรวจและแถบคำสั่ง เช่น แถบเมนู, แถบตั้งค่า Flight Plan, แถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan และแถบสถานะของเครื่อง เป็นต้น

หน้าจอหลักแอปพลิเคชัน (Application) Pix4D

๒.๓ การสร้างจุดควบคุมภาพถ่าย

จุดควบคุมภาพถ่ายมีความสำคัญต่อคุณภาพการผลิตข้อมูลเชิงตำแหน่งให้ถูกต้อง ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องเข้าใจหลักการและทฤษฎีในการสร้างจุดควบคุมภาพถ่าย ได้แก่ การสร้างจุดควบคุมภาพถ่ายให้เห็นได้เด่นชัดบนภาพ การรังวัดค่าพิกัดที่สามารถนำมาโยงยึดภาพถ่ายได้ถูกต้องตามแผนที่วางไว้ และการกำหนดตำแหน่งเพื่อให้จุดควบคุมภาพถ่ายมีจำนวนและการกระจายตัวที่เหมาะสมครอบคลุมทั้งโครงการ

๒.๔ การประมวลผลภาพถ่าย

การประมวลผลภาพถ่ายคือการนำภาพถ่ายทางอากาศมาปรับแก้และการจับคู่ภาพ เพื่อสร้าง Tie point ตลอดจนการรังวัดจุดควบคุมภาพถ่ายเพื่อโยงยึดข้อมูลให้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งสำหรับการผลิตข้อมูลพอยท์คลาวด์และภาพออร์โธจริงต่อไป โดยประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานดังนี้

(๑) การจับคู่ภาพและสร้าง Tie points

(๒) การโยงยึดค่าพิกัดต าแหน่งด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย

(๓) การสร้างข้อมูลพอยท์คลาวด์

(๔) การสร้างออร์โธจริง

ความสำคัญของขั้นตอนการประมวลผลภาพถ่าย คือ การกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการประมวล และการตรวจสอบคุณภาพและค่าพารามิเตอร์ในแต่ละขั้นตอนการประมวลผลซึ่งจะกล่าวต่อไป

๒.๕ การตรวจสอบคุณภาพผลลัพธ์

ผลลัพธ์ที่ได้จากการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับเพื่องานวิศวกรรมต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของภาพออร์โธจริง และความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพออร์โธและพอยท์คลาวด์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดความความถูกต้องที่ต้องการ

บทที่ ๓
การวางแผนการบินและการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ

๓.๑ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่นP๓๑๖

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ เป็นอากาศยานที่มีลำตัวเป็นแบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing) ลักษณะคล้ายกับเครื่องบินทั่วไป ใช้ระยะเวลาในการบินประมาณ ๓๐-๔๕ นาที สามารถบินครอบคลุมพื้นที่กว้าง แต่ในการขึ้นบินและลงจอดไม่ต้องอาศัยพื้นที่โล่งกว้างมาก เนื่องจากสามารถขึ้นลงในแนวดิ่งแบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ซึ่งเป็นการนำข้อดีของอากาศยานไร้คนขับทั้ง ๒ ประเภท มารวมกันเพื่อความสะดวกและปลอดภัยต่อการใช้มากยิ่งขึ้น

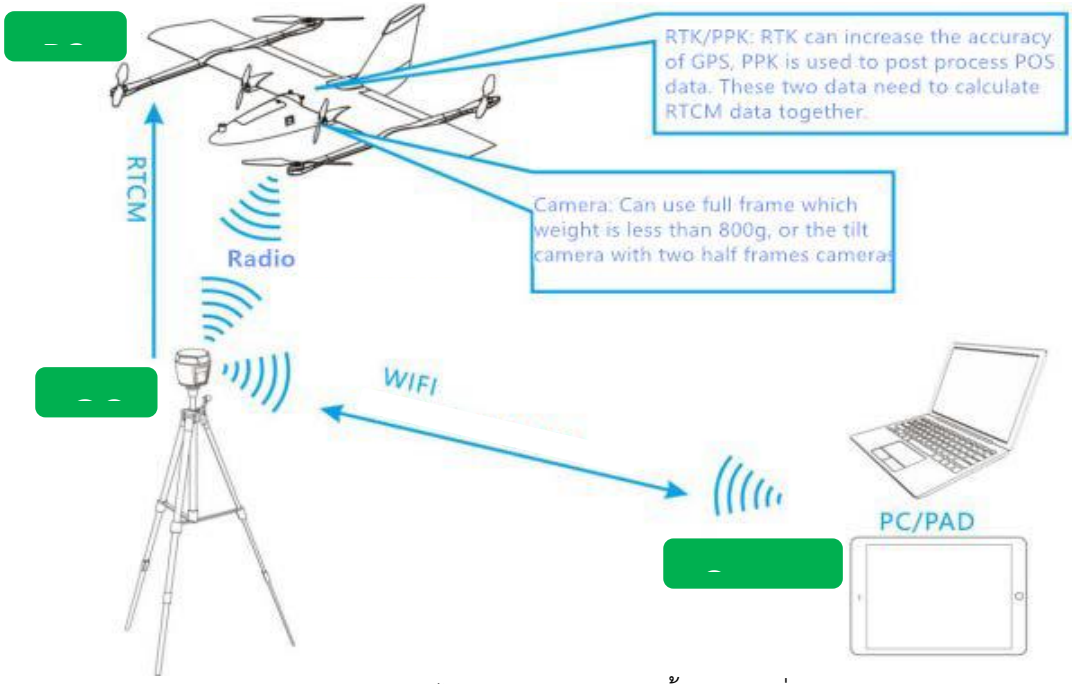
อุปกรณ์หลักสำหรับการทำงานของอากาศยานฯ แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน ดังนี้

(๑) ตัวเครื่องอากาศยาน (Platform) เป็นโครงของอากาศยานฯ ที่ผลิตจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรง มีระบบควบคุมการบิน (AutoPilot) ระบบนำร่อง (GNSS) ระบบรับรู้การทรงตัว แบตเตอรี่ รวมไปถึงกล้องถ่ายภาพและเซนเซอร์ (Camera and Sensor) ที่เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

(๒) สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) เป็นชุดเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ที่มาพร้อมกับอากาศยานฯ ติดตั้งอยู่ที่ภาคพื้นดินเพื่อตรวจสอบการทำงานและสถานะของอากาศยานฯ ในขณะปฏิบัติงานให้เป็นไปตามรูปแบบแผนการบินที่วางไว้

(๓) อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) เช่น แท็บเล็ต (Tablet), โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) หรือคอมพิวเตอร์ (Computer) เพื่อใช้ในการติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl” สำหรับใช้ในการตั้งค่าการทำงานของอากาศยานฯ และวางแผนการบิน

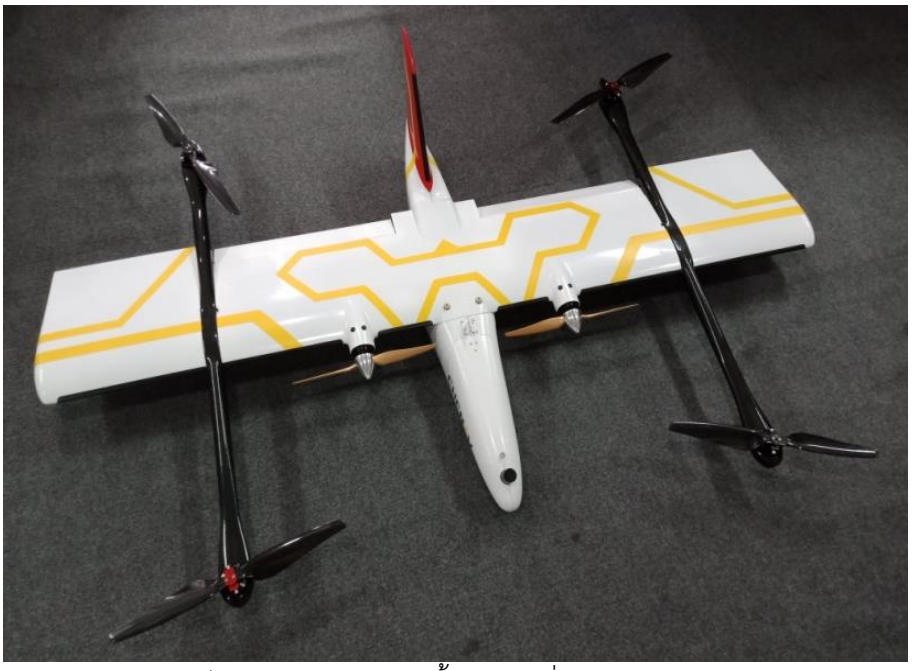
ในส่วนหลักการทำงานของอากาศยานฯ เริ่มจากเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับตัวเครื่องอากาศยาน (Platform) ผ่านสัญญาณ WiFi ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) แล้วเปิดแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl” ที่ได้ดาวน์โหลดติดตั้งในอุปกรณ์ควบคุมอากาศยานไว้แล้ว (Controller) เพื่อเชื่อมต่อตัวเครื่องอากาศยาน (Platform) โดยใช้สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อ



แสดงหลักการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

๓.๑.๑ ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ ประกอบด้วย ตัวเครื่องอากาศยาน (Platform) สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) และ อุปกรณ์ระบบประมวลผลข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้



แสดงอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV)
ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

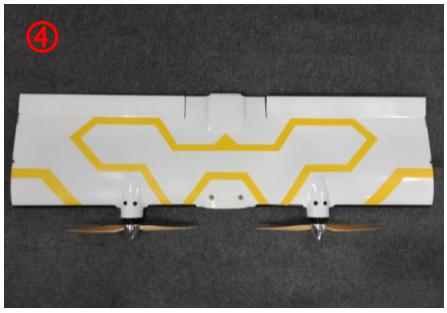
๓.๑.๑.๑ เครื่องอากาศยาน (Platform) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

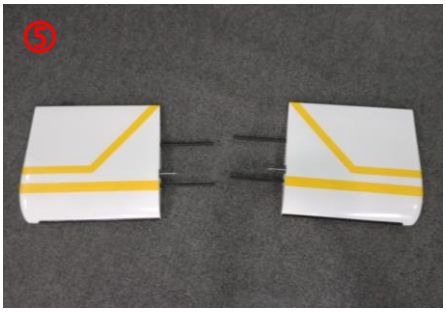
ส่วนที่ ๑ ลำตัวอากาศยานฯ ประกอบด้วย

- ส่วนลำตัวอากาศยานฯ พร้อมสกรูยึดปีก ตามรูป ①
- หน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ตามรูป ②
- สายเชื่อมต่อภายในอากาศยานฯ ตามรูป ③

ส่วนที่ ๒ ปีกของอากาศยานฯ ประกอบด้วย

- ปีกกลางอากาศยานฯ พร้อมใบพัดซ้ายและขวา ตามรูป ④
- ปลายปีกอากาศยานฯ ด้านซ้ายและขวา ตามรูป ⑤
- แขน VTOL สำหรับขึ้นลงแนวดิ่งด้านซ้ายและขวา ตามรูป ⑥
- ชุดใบพัด VTOL สำหรับขึ้นลงแนวดิ่ง ตามรูป ⑦


④


⑤

⑥

⑦

ส่วนที่ ๓ อุปกรณ์เพิ่มเติม ประกอบด้วย

- แบตเตอรี่แบบ Lithium HV ขนาดประจุ ๑๒๐๐๐ mAh พร้อมเครื่องประจุ ตามรูป⑧
- ระบบถ่ายภาพ ยี่ห้อ Sony รุ่น RX1RII ตามรูป ⑨

⑧

⑨

๓.๑.๑.๒ สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) ประกอบด้วย

- เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ยี่ห้อ CHC รุ่น CGS i๘๐
- แบตเตอรี่พร้อมแท่นชาร์ตแบตเตอรี่สำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ
- สายสัญญาณเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ
- เครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller) ยี่ห้อ CHC รุ่น HCE๓๐๐ พร้อมแบตเตอรี่และสายชาร์ต
- ฐาน (Tribrach) สำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ

- อุปกรณ์เสริมต่างๆ ประกอบด้วย เสาต่อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ แบบยาวและแบบสั้น, เสา Whip antenna สำหรับส่งสัญญาณระหว่างอากาศยานฯ กับสถานีควบคุมภาคพื้นดิน และแผ่นเหล็กสำหรับช่วยวัดความสูงของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ

- ขาตั้งสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) แบบ Tripod

แสดงอุปกรณ์สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS)

๓.๑.๑.๓ อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ประกอบด้วย

- แท็บเล็ต (Tablet) ยี่ห้อ iPad รุ่น ๙.๗ นิ้ว ความจุ ๑๒๘ GB/WiFi + Cellular พร้อมอุปกรณ์ชาร์ตไฟ ตามรูป ①

๓.๑.๑.๔ อุปกรณ์ระบบประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วย

- Key Lock โปรแกรมประมวลผลข้อมูลดาวเทียม ยี่ห้อ CHC รุ่น CGO๒.๐ UAV module ตามรูป ①

- เครื่องบันทึกและประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศภาคสนาม ยี่ห้อ Acer รุ่น Predator PH๕๑๗-๖๑-R๔๑A ตามรูป ②

- เครื่องประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศ ยี่ห้อ Dell รุ่น Precision ๗๙๒๐ Tower ตามรูป ③

๓.๑.๒ คุณสมบัติของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

Specifications (คุณสมบัติ)	Fixed Wing Hybrid UAV ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖
Type (ประเภท)	VTOL/Fixed wing
Take Off Weight (น้ำหนักอากาศยานฯ)	๔.๓ kg
Payload (น้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้)	๐.๘ kg
Material (วัสดุของอากาศยานฯ)	Carbon Fiber
Camera Sensor (กล้องถ่ายภาพ)	Sony RX๑RII (๔๒ Megapixel)
Endurance (ระยะเวลาในการบินแต่ละครั้ง)	๕๐ นาที
Cruise Speed (ความเร็วในการบินของอากาศยานฯ)	๖๔.๘ km/h

Take Off Type (ประเภทของการบินขึ้น)	VTOL
Landing Type (ประเภทของการลงจอด)	VTOL/parachute
Weather Limit (ความต้านทานลมของอากาศยานฯ)	Max wind ๔๙.๖๘ km/h
Communication & Control frequency (ระยะทางในรับ-ส่งสัญญาณ)	๒๐ km

ตารางแสดงคุณสมบัติของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

๓.๑.๓ ขั้นตอนการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

ขั้นตอนการทำงานของอากาศยานฯ สรุปได้ดังนี้

(๑) ตั้งค่าสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) และประกอบชิ้นส่วนของอากาศยานฯ พร้อมทั้งกล้องถ่ายภาพและแบตเตอรี่ของอากาศยานฯ

(๒) เชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับอากาศยานฯ และทำการวัดสอบเซนเซอร์ (Calibration Sensor) อากาศยานฯ เพื่อเตรียมความพร้อมในการบิน

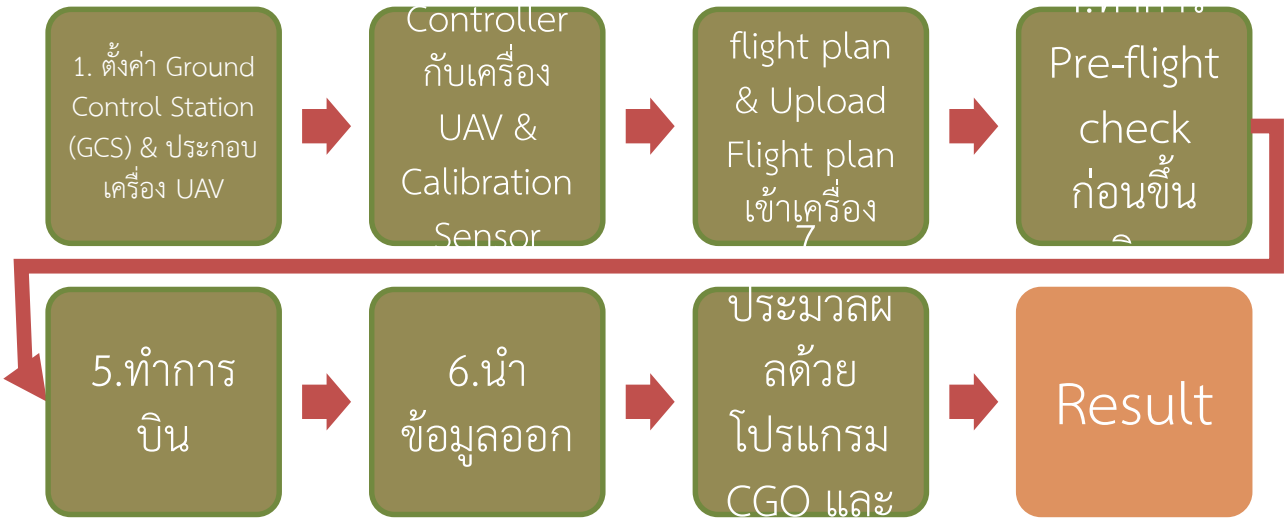
(๓) วางแผนการบิน (Flight plan) และนำเข้าแผนการบิน (Upload flight plan) เข้าอากาศยานฯ

(๔) ทำการตรวจสอบสถานะและความพร้อมในการบิน (Pre-flight check) ก่อนทำการบินทุกครั้ง

(๕) ทำการบินตามแผนการบินที่วางไว้ โดยระหว่างที่ทำการบิน ผู้ใช้งานจะต้องคอยสังเกตการทำงานและสถานะต่างๆ ของอากาศยานฯ อยู่เสมอ หากเกิดความผิดปกติจะได้ตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ทันที

(๖) นำข้อมูลภาพถ่ายออกจากกล้องถ่ายภาพและข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ที่ยังไม่ได้ประมวลผลปรับแก้ออกจากอากาศยานฯ พร้อมข้อมูลดาวเทียมจากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) เพื่อเตรียมสำหรับการประมวลผล

(๗) ประมวลผลข้อมูล โดยการปรับแก้ข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) โดยโปรแกรม CGO และนำเข้าข้อมูลดังกล่าวพร้อมภาพถ่ายทางอากาศในโปรแกรม Pix4Dmapper เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ภาพถ่ายในรูปแบบภาพออร์โธสีเชิงเลข (Geotiff File)



แสดงการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ สำหรับการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเพื่อการรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ

๓.๑.๔ การตั้งค่าสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS)

(๑) ใส่แบตเตอรี่ตามข้อ ① และติดตั้งเสาส่งสัญญาณตามข้อ ② ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ยี่ห้อ CHC รุ่น CGS i๘๐ สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS)

แสดงการประกอบส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ

(๒) เปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ โดยกดปุ่ม Power ค้าง ตามข้อ ① และการใช้งานปุ่มต่างๆ มีดังนี้

- ปุ่ม Fn Fn ใช้สำหรับเลื่อนไปเมนูที่ต้องการ
- ปุ่ม Power ใช้สำหรับเปิด-ปิดเครื่อง, กดยืนยัน

แสดงการใช้งานเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ

๓) ก่อนตั้งค่าให้ตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ ไว้สักครู่เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Tracking) และวัดความสูงของเครื่องเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ ตามรูปด้านล่าง

แสดงการติดตั้งและวัดความสูงของเครื่องเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS
ยี่ห้อ CHC รุ่น CGS i๘๐

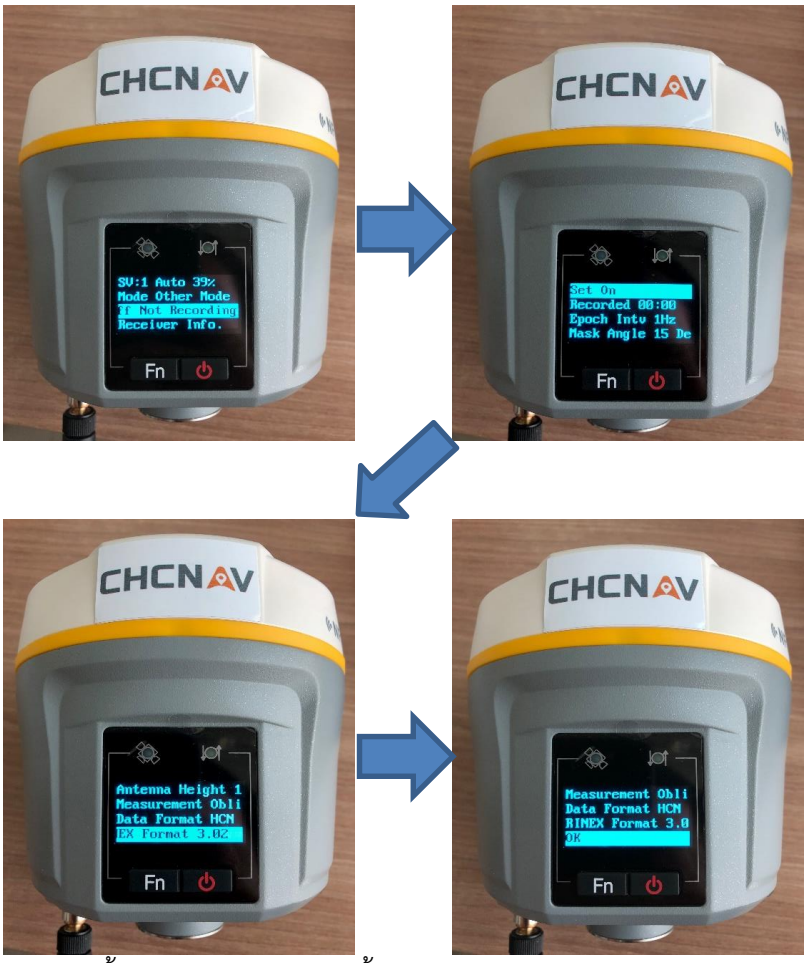
ตั้งค่าเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ โดยกดปุ่ม Fn

เพื่อเลื่อนไปที่เมนู **Static Off Not Recording** และตั้งค่าตามรายละเอียด ดังนี้

Set : On

Recorded : แสดงเวลาที่บันทึกไปแล้ว

Epoch Intv : ๑ Hz
Mask Angle : ๑๕ Degree
Antenna Height : ใส่ค่าความสูงจากการวัด หน่วยเป็นเมตร
Measurement : Oblique Height
Data Format : HCN
RINEX Format : ๓.๐๒



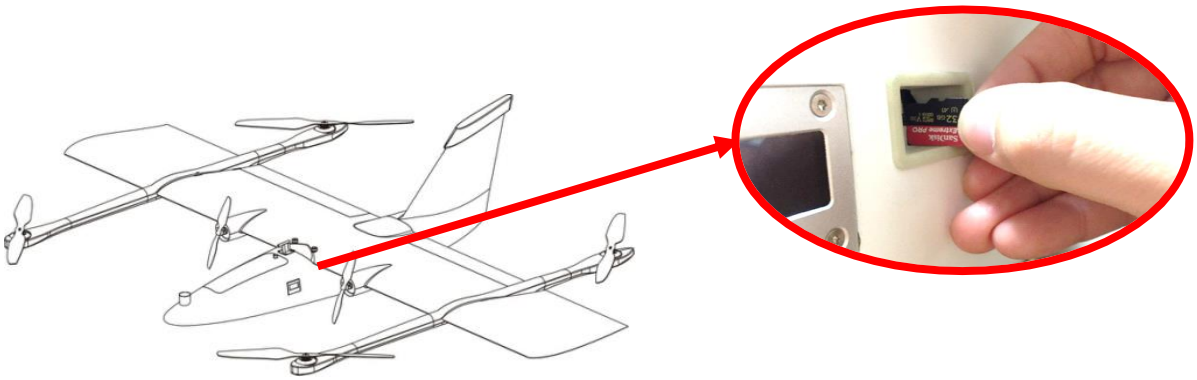
แสดงการตั้งค่าสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS)

จากนั้นเลือก **OK** เมื่อตั้งค่าเสร็จเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ จะเริ่มทำการบันทึกข้อมูลตำแหน่งพิกัดของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) โดยหน้าจอแสดงผลจะปรากฏข้อความ **“Static On Recording”**

หน้าจอแสดงผล “Static On Recording”

๓.๑.๕ การประกอบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

(๑) นำหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ใส่ช่อง Slot ที่อยู่ด้านข้างของอากาศยานฯ

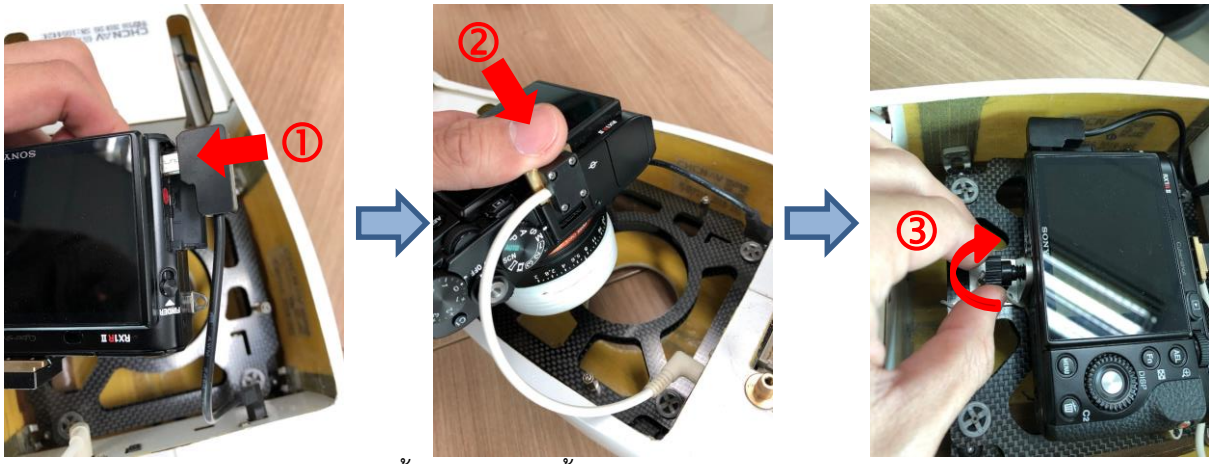


แสดงการประกอบหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card สำหรับการบันทึก
ข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation)

(๒) ใส่แบตเตอรี่และหน่วยความจำภายนอกชนิด SD Card หน่วยความจำกล้องถ่ายภาพ ยี่ห้อ Sony รุ่น RX๑RII

แสดงการประกอบชุดกล้องถ่ายภาพ

(๓) ต่อสาย Camera trigger ที่ช่อง USB สำหรับสั่งกล้องให้ถ่ายภาพ ตามข้อ ①, ต่อสาย Hot boot ที่ช่องแฟลช สำหรับบันทึกข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ตามข้อ ② และติดตั้งกล้องถ่ายภาพในช่องติดตั้งที่อากาศยานฯ ตามรูป ③



แสดงขั้นตอนการติดตั้งกล้องถ่ายภาพกับอากาศยานฯ

(๔) ตั้งค่ากล้องถ่ายภาพตามค่าที่เหมาะสม หรือใช้ค่าเริ่มต้น ดังนี้

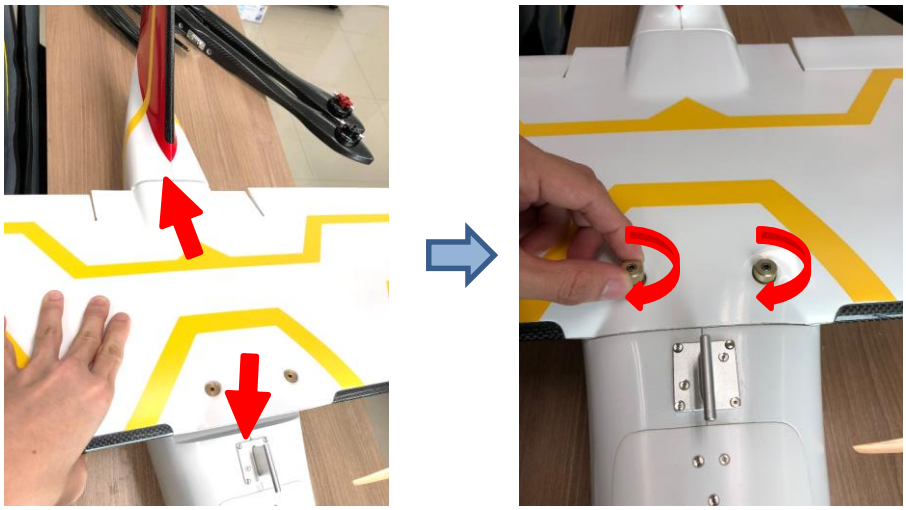
Shutter Speed : ๑/๑๐๐๐
Aperture : F๗.๑
ISO : Auto

แสดงการตั้งค่ากล้องถ่ายภาพ

(๕) ตรวจสอบความเรียบร้อยของการติดตั้งและสายเชื่อมต่อต่างๆ ของกล้องถ่ายภาพ

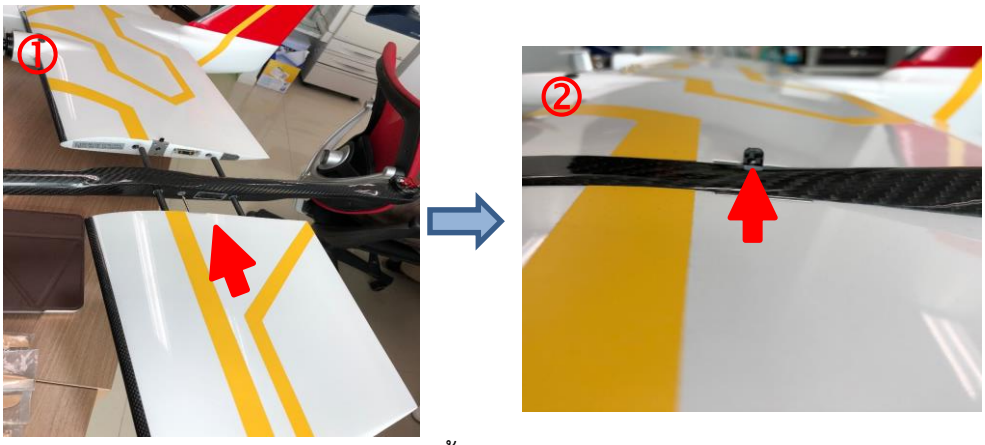
แสดงการติดตั้งกล้องถ่ายภาพ

(๖) ติดตั้งปีกส่วนกลางของอากาศยานฯ โดยการหมุนสกรูยึดปีกตามภาพด้านล่าง



แสดงการติดตั้งปีกส่วนกลางของอากาศยานฯ

(๗) ติดตั้งแขน VTOL สำหรับขึ้นลงแนวดิ่ง พร้อมปลายปีกฝั่งซ้ายและขวาเข้ากับปีกกลางของอากาศยานฯ ตามข้อ ① ให้เรียบร้อย โดยต้องมีรูโผล่ตรงสลัก ตามข้อ ②



แสดงการติดตั้งปีกของอากาศยานฯ

(๘) ติดตั้งใบพัดตามสีที่ระบุไว้บนตัวเครื่องอากาศยานฯ ทั้ง 4 ใบพัด (สีดำจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ตามรูป ① และสีแดงจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ตามรูป ②)

แสดงการติดตั้งใบพัดแขน VTOL

(๙) เชื่อมต่อแบตเตอรี่ Lithium High-Voltage: LiHV สำหรับอากาศยานฯ ด้วยวิธีการตามข้อ ① และจากนั้นปิดฝาช่องแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย ตามข้อ ②

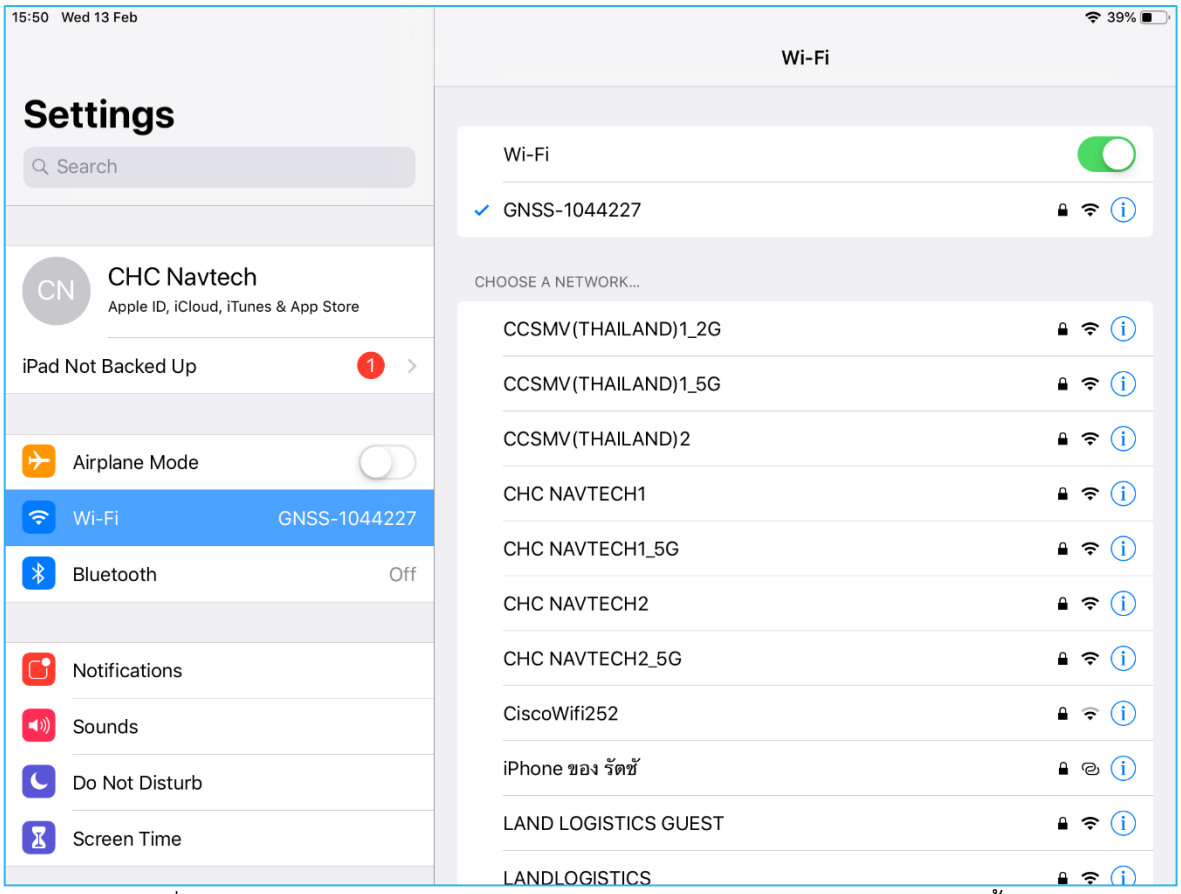
แสดงการติดตั้งแบตเตอรี่สำหรับอากาศยานฯ

๓.๑.๖ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับอากาศยานฯ และการทำวัดสอบเซนเซอร์ (Calibration Sensor) อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

(๑) อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ในที่นี้ใช้แท็บเล็ต (Tablet) ยี่ห้อ iPad สำหรับควบคุมการทำงานของอากาศยานฯ เชื่อมต่อ WiFi ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) รายละเอียด ดังนี้

WiFi SSID : GNSS-๑๐๔๔๒๒๗ (Serial Number)

Password : ๑๒๓๔๕๖๗๘



แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (GCS)

(๒) เข้าแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl”
(*สามารถติดตั้งบน IOS และ Window ๗ ขึ้นไป)

แสดงไอคอนแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl”

แสดงเครื่องมือในแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl”

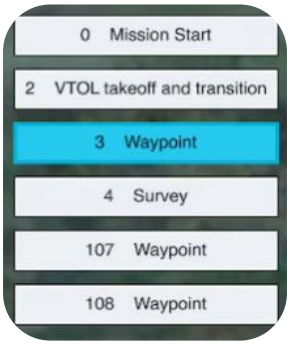
ส่วนประกอบต่างๆ ในแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl” ประกอบด้วย แถบเมนู, แถบแสดง Waypoint List, แผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ, ข้อมูลความสูงแต่ละ Waypoint, แถบแสดงสถานะ, แถบการตั้งค่า Waypoint, แถบการตั้งค่า Flight Plan และแถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan

อธิบายลักษณะการใช้งาน ดังนี้

① **แถบเมนู** ประกอบด้วย Setting, Mission plan interface, Flight interface และ Connect UAV (แถบเมนูการเชื่อมต่อ UAV)

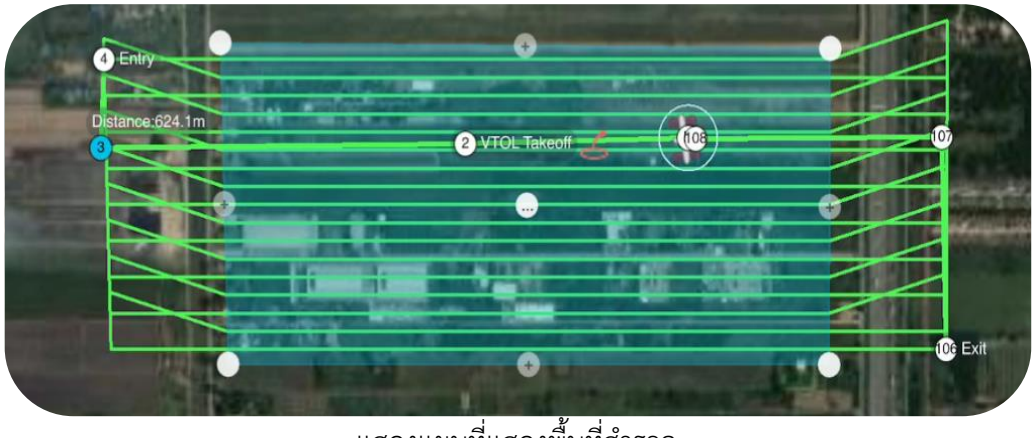
แสดงแถบเมนู

② **แถบแสดง Waypoint List** คือ แถบที่แสดงจำนวนข้อมูลตำแหน่งและความสูงบินใน Waypoint ต่างๆ ของอากาศยานฯ โดยจำนวนของแถบจะขึ้นอยู่กับการกำหนดของผู้ใช้งาน



แสดง Waypoint List

③ **แผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ** คือ บริเวณที่แสดงพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ โดยผู้ใช้งานจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมในบริเวณพื้นที่ที่ต้องการ นอกจากนี้แผนที่ดังกล่าวยังแสดงเส้นแนวการบิน จุดขึ้น-ลง (Home) ของอากาศยานฯ



แสดงแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ

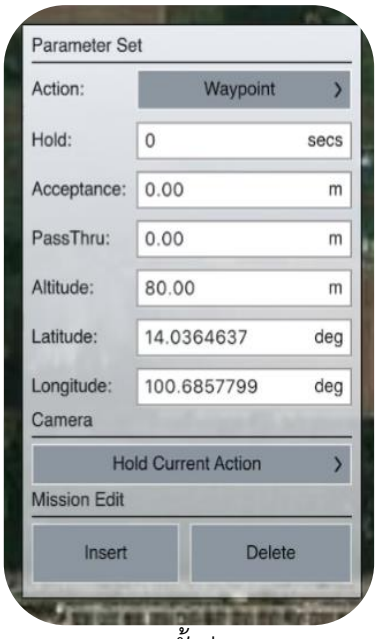
④ **ข้อมูลความสูงแต่ละ Waypoint** คือ แถบที่แสดงค่าความสูงบินของอากาศยานฯ ที่ผู้ใช้งานกำหนดในแต่ละ Waypoint โดยการตั้งค่าจะต้องให้ระยะทางกับการเพิ่มหรือลดระดับความสูงบินมีความสัมพันธ์กัน เบื้องต้นอาจกำหนด ระยะทาง 100 เมตร สามารถเพิ่มหรือลดความสูงบินได้ 10 เมตร

แสดงข้อมูลความสูงแต่ละ Waypoint

⑤ **แถบแสดงสถานะ** ประกอบด้วย แถบที่แสดงสถานะของอากาศยานฯ ณ ขณะนั้น, สถานะการรับส่งสัญญาณระหว่างอากาศยานฯ กับสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS), จำนวนดาวเทียมที่อากาศยานฯ รับสัญญาณได้, สถานะแบตเตอรี่ของอากาศยาน ณ ขณะนั้น

แสดงแถบแสดงสถานะ

⑥ **แถบการตั้งค่า Waypoint** คือ แถบที่ใช้สำหรับตั้งค่าตำแหน่งและความสูงบินต่างๆ ของอากาศยานฯ ในแต่ละ Waypoint List รวมไปถึงการตั้งค่าส่วนซ้อน (Over lap) ส่วนเกย (Side lap) ของการบินถ่ายภาพ, การกำหนดมุมของเส้นทางการบินสำรวจ, การกำหนดจุดเข้า-ออกในการบินสำรวจ, การกำหนดค่าความละเอียด (Ground Sample Distance, GSD) ในการถ่ายภาพหรือการกำหนดความสูงบินในพื้นที่สำรวจ นอกจากนี้ยังแสดงเนื้อที่ทั้งหมดที่ทำการสำรวจโดยประมาณ, จำนวนภาพถ่ายทั้งหมดที่ได้จากการบินถ่ายภาพ และความถี่ในการถ่ายภาพทุกๆ กี่เมตร

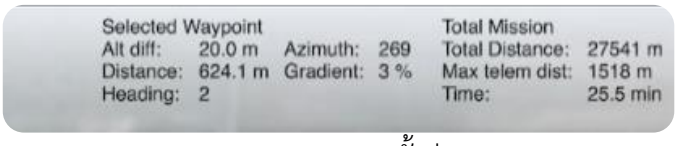


แสดงแถบการตั้งค่า Waypoint

⑦ **แถบการตั้งค่า Flight Plan** ประกอบด้วย Select map center, Map source, Distance measure, Remove distance mask, Add mission waypoint, Add mission survey, Load Mission from local, Download from UAV, Save mission, Upload to UAV, Remove all mission, Remove KML path

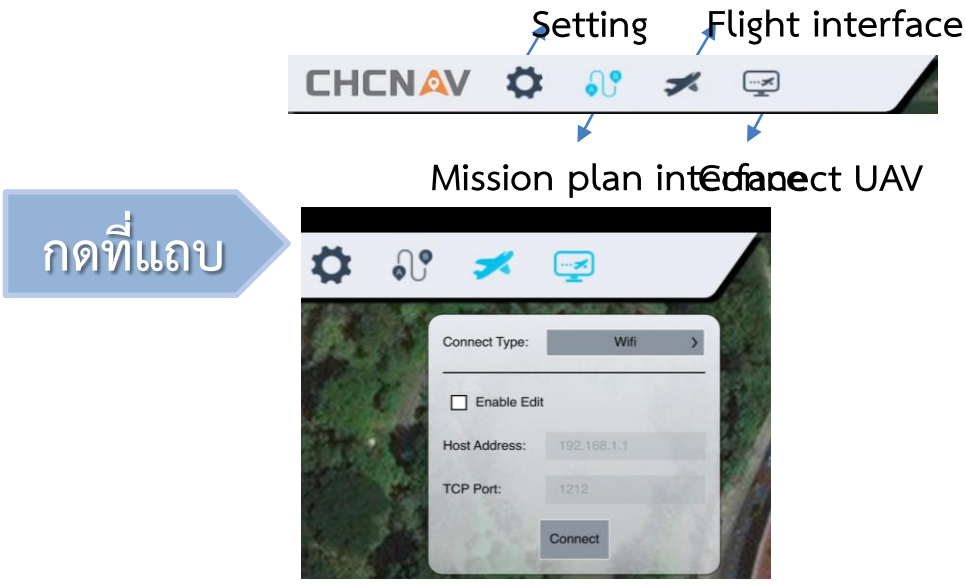
แสดงแถบการตั้งค่า Flight Plan

⑧ **แถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan** คือ แถบที่แสดงระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมดสำหรับบินสำรวจซึ่งเป็นผลมาจากการตั้งค่า Flight Plan



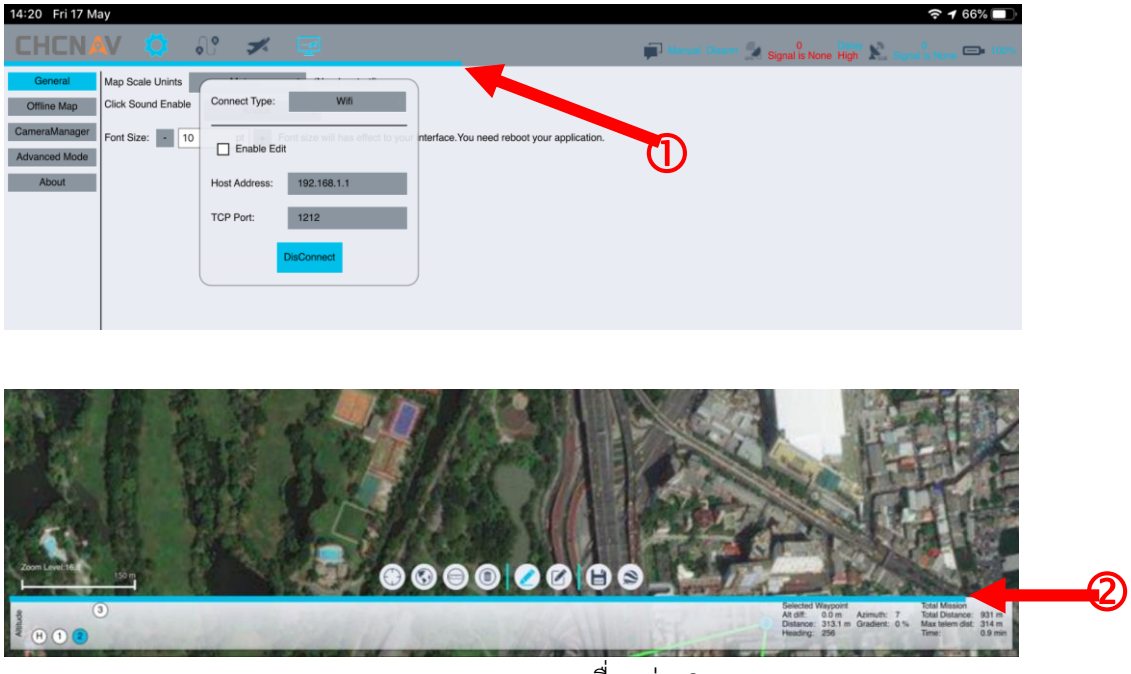
แสดงแถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan

(๓) เชื่อมต่ออากาศยานฯ โดยแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl” โดยการกด **Connect** เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับอากาศยานฯ โดยใช้สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อ



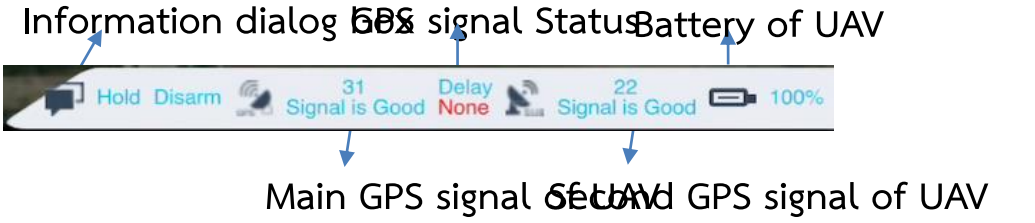
แสดงแถบเมนูการเชื่อมต่ออากาศยานฯ

จากนั้นสังเกตแถบสถานะการเชื่อมต่อ 2 แถบ คือ ด้านบนตามข้อ ① และด้านล่างตามข้อ ② ของหน้าจอแสดงผล โดยต้องรอให้แถบสถานะทั้ง 2 เต็ม (เส้นสีฟ้าลากยาวจนเต็ม) จึงจะเป็นการเชื่อมต่อที่สมบูรณ์



แสดงแถบสถานะการเชื่อมต่อ 2 แถบ

หลังจากเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับอากาศยานฯ แล้วเสร็จ จะมีสถานะต่างๆ แสดงที่มุมขวาบนของหน้าจอ ตามข้อ ①

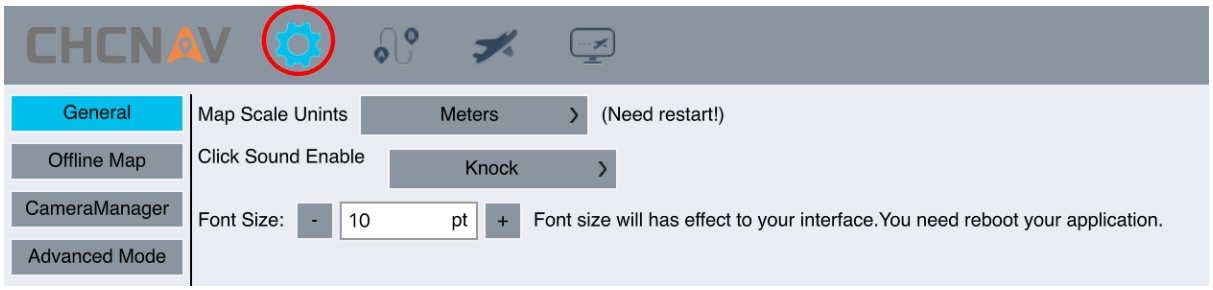


แสดงแถบแสดงสถานะหลังการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์

๓.๑.๗ การตั้งค่าแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl”

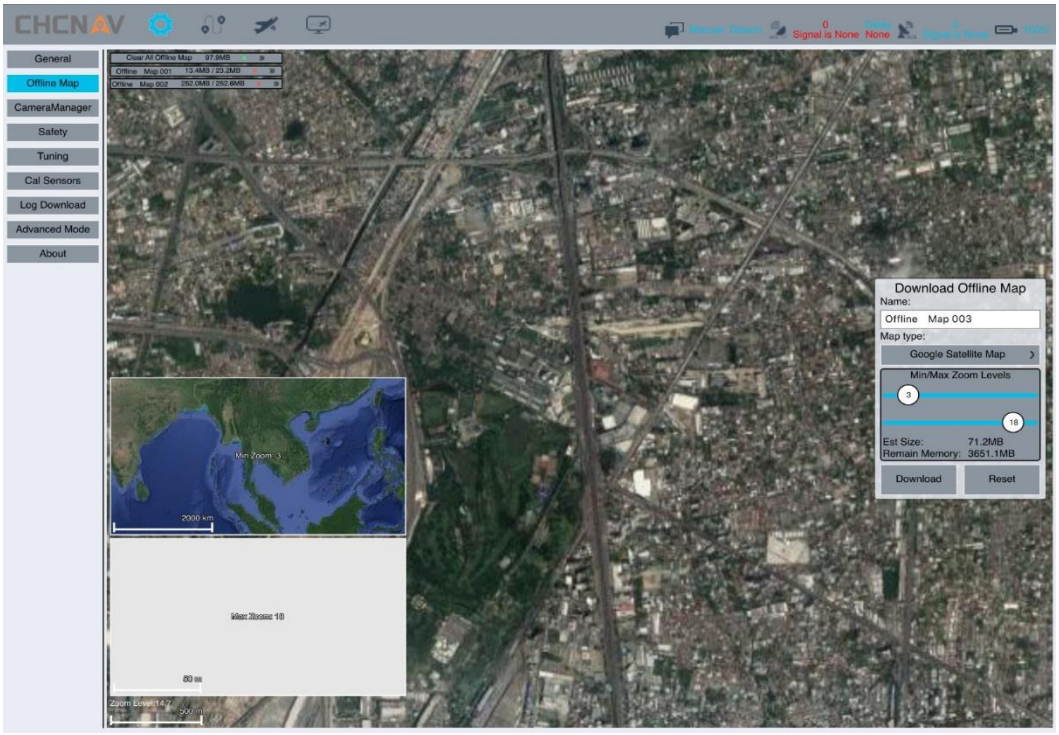
เริ่มการตั้งค่าแอปพลิเคชัน (Application) **“CHCUAVControl”** โดยการกด **Setting** และจะปรากฏแถบเมนู ดังนี้

(๑) **แถบเมนู General** คือ การตั้งค่า Map Scale Unints, Click Sound Enable



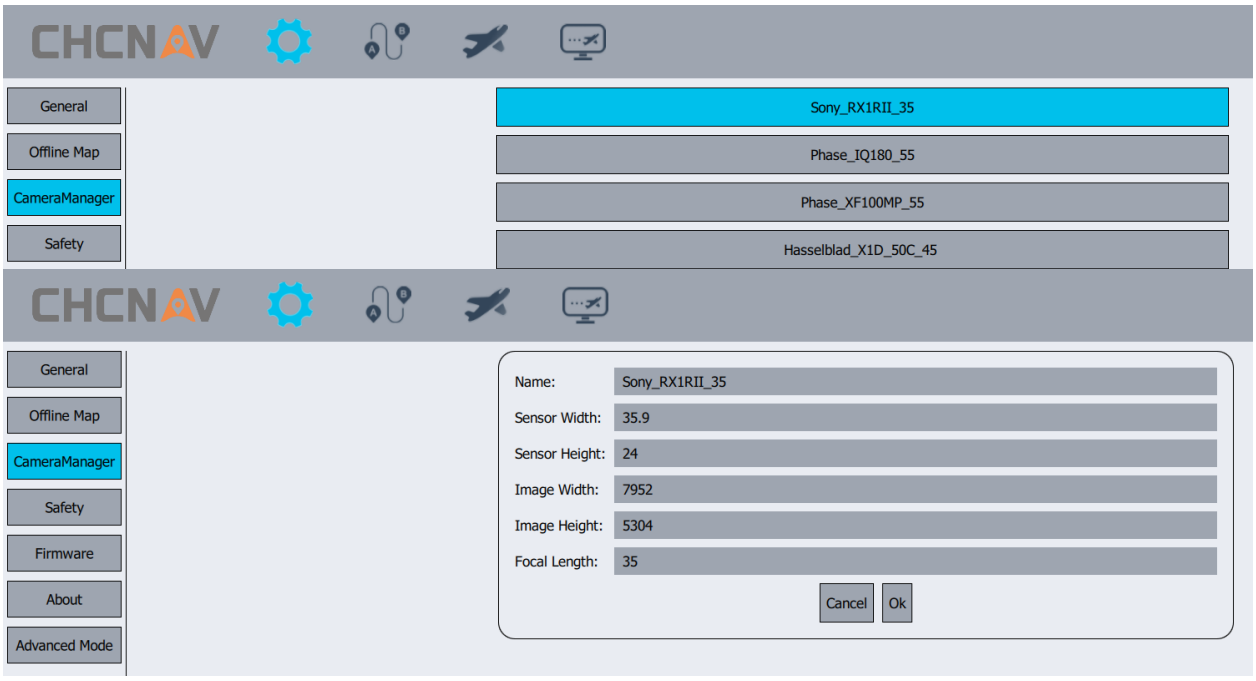
แสดงแถบ General

(๒) **แถบเมนู Offline Map** คือ การตั้งค่าเกี่ยวกับแผนที่เป็นใช้เป็นแผนที่ฐาน (Base map) ในการวางแผนการบิน โดยมีให้เลือกตามความต้องการของผู้ใช้งาน



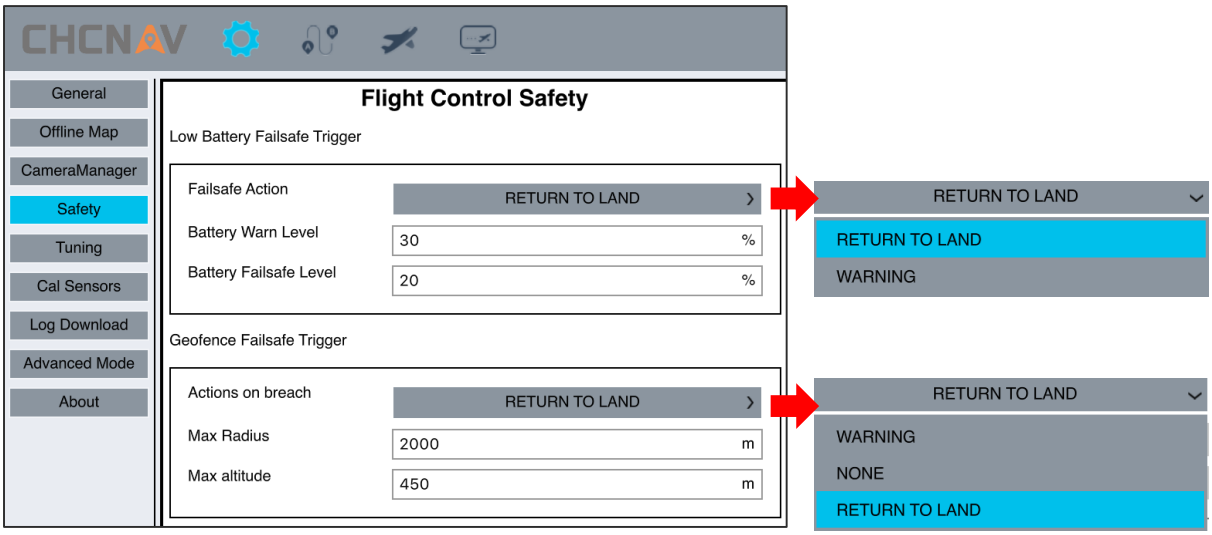
แสดงแถบ Offline Map

(๓) **แถบเมนู Camera Manager** คือ การตั้งค่ากล้องถ่ายภาพที่ใช้ในการบินถ่ายภาพ เนื่องจากกล้องแต่ละรุ่นจะมีคุณสมบัติเฉพาะและค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน โดยสามารถทำการเพิ่ม (Add) รุ่นของกล้องถ่ายภาพที่จะใช้ได้ โดยค่าพารามิเตอร์ที่กรอกต้องมาจากโรงงานที่ทำการตรวจสอบตามาตรฐานแล้ว



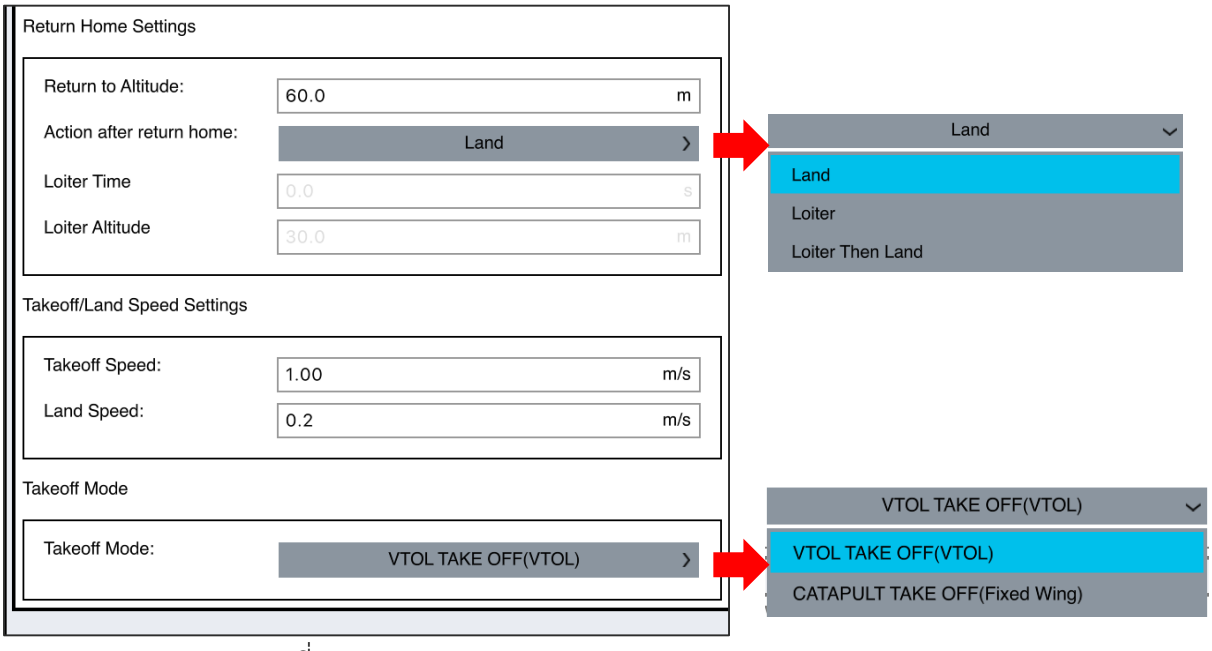
แสดงแถบ Camera Manager

(๔) **แถบเมนู Safety (แถบที่ ๑)** คือ การตั้งค่าความปลอดภัย ในกรณีที่แบตเตอรี่ต่ำหรือไม่สามารถระบุตำแหน่งของอากาศยานฯ ได้ในขณะที่ทำการบินสำรวจ โดยสามารถกำหนดการตอบสนอง (Action) ของอากาศยานฯ ให้ทำการแจ้งเตือน (Warning) หรือให้อากาศยานฯ บินกลับมายังจุดปล่อยตัวได้ (Return to Land)



แสดง Safety (แถบที่ ๑)

(๕) **แถบเมนู Safety (แถบที่ ๒)** คือ การกำหนดรูปแบบต่างๆ ในการบินกลับมายังจุดปล่อยตัวของอากาศยานฯ

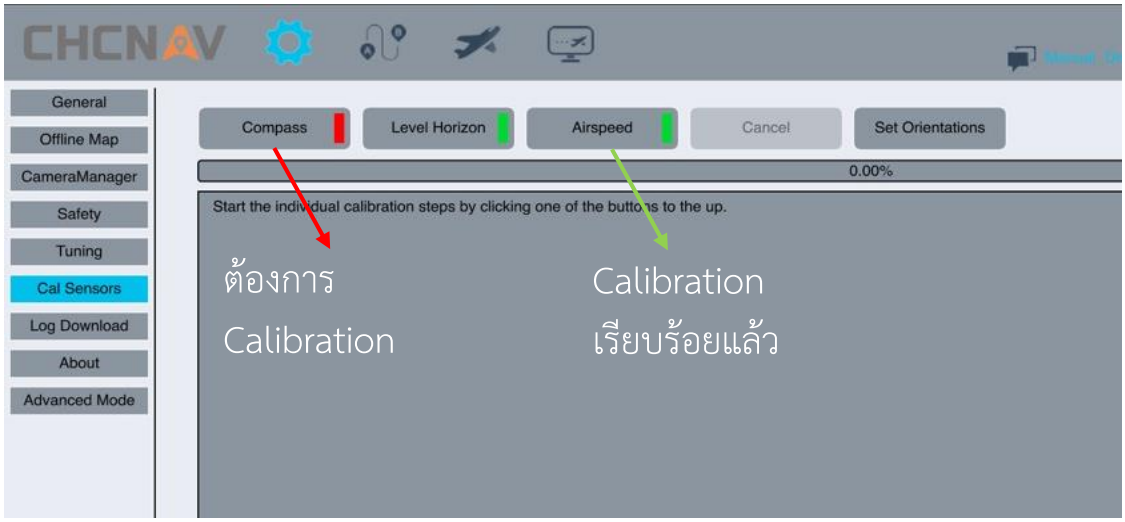


แสดง Safety (แถบที่ ๒)

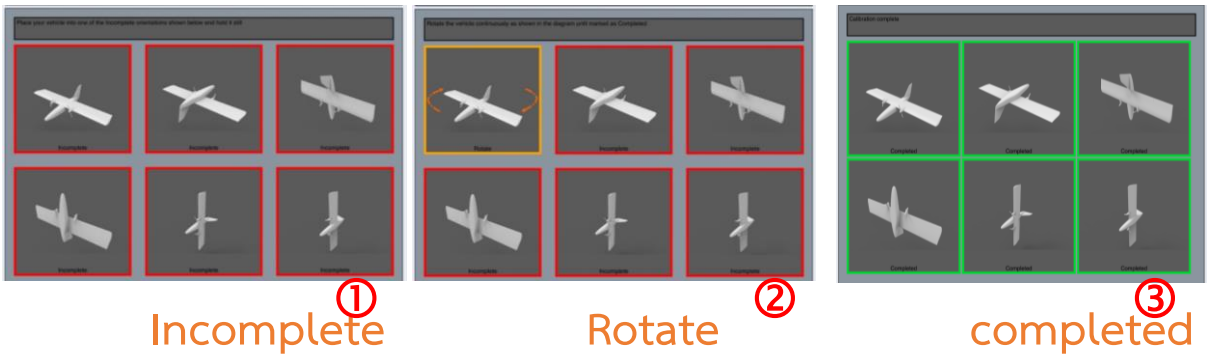
(๖) **แถบเมนู Tuning** คือ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของอากาศยานฯ ที่ได้จากการตั้งค่าของโรงงานผู้ผลิต

แถบแสดง Tuning

(๗) **แถบเมนู Cal Sensors** คือ การวัดสอบ (Calibration) อากาศยานฯ มีทั้งหมด ๓ ส่วน ได้แก่ Cal Compass, Cal Level Horizon, Cal Airspeed โดยผู้ใช้งานต้องทำการวัดสอบ (Calibration) ทั้ง ๓ ส่วนนี้ทุกครั้งก่อนการทำการบินสำรวจ รายละเอียดดังนี้

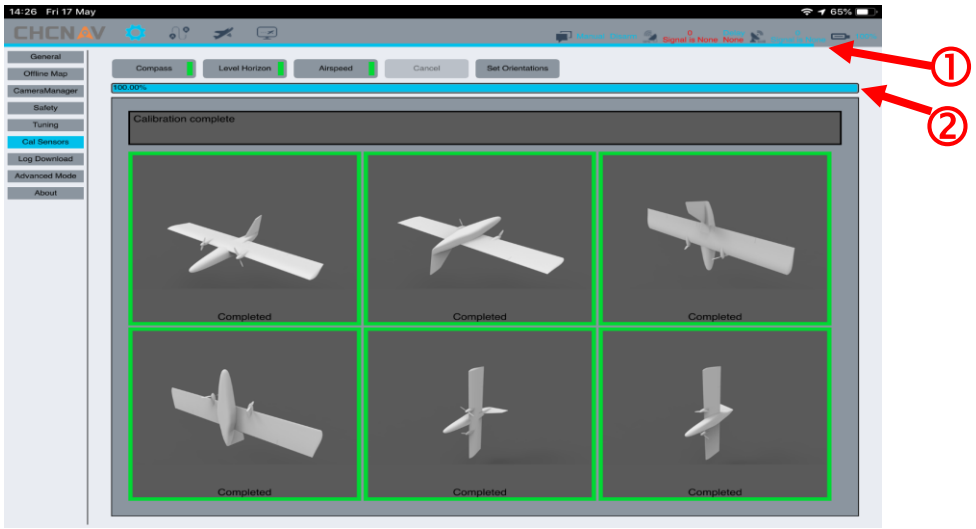


- **Cal Compass** คือ การวัดสอบ (Calibration) เข็มทิศของอากาศยานฯ วิธีการให้วางอากาศยานฯ ในทิศทางตามรูป ① รอให้ขึ้นกรอบสีส้มตามรูป ② แล้วทำการหมุนรอบแกน (Rotate) ตามลูกศรที่ปรากฏในรูป จนกรอบสีส้มเปลี่ยนเป็นสีเขียว (Completed) ตามรูป ③ โดยจะต้องทำจนครบ 6 แบบตามรูปที่ปรากฏด้านล่าง



แสดงการทำ Cal Compass

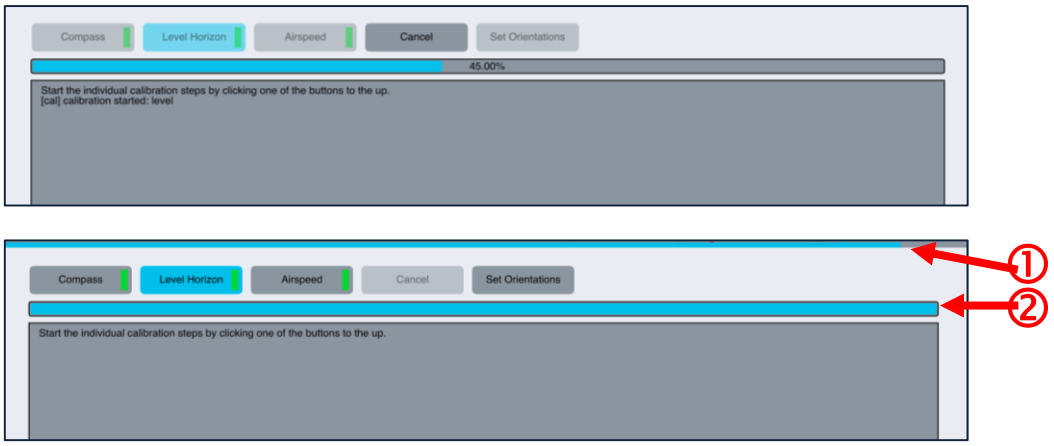
รอให้แถบสถานะทั้ง ๒ แถบนี้เต็ม (เส้นสีฟ้าลากยาวจนเต็ม) ตามข้อ ① และ ② จึงจะสามารถทำการวัดสอบ (Calibration) ขั้นต่อไปได้



แสดงแถบ Cal Compass

แสดงตัวอย่างการทำ Cal Compass

- **Cal Level Horizon** วิธีการให้วางอากาศยานฯ ในแนวระนาบกับพื้น โดยไม่ให้ขยับขณะทำการวัดสอบ (Calibration) รอให้แถบสถานะ 2 แถบเต็ม (เส้นสีฟ้าลากยาวจนเต็ม) ตามข้อ ① และ ② จึงจะทำการ Calibration ขั้นต่อไปได้

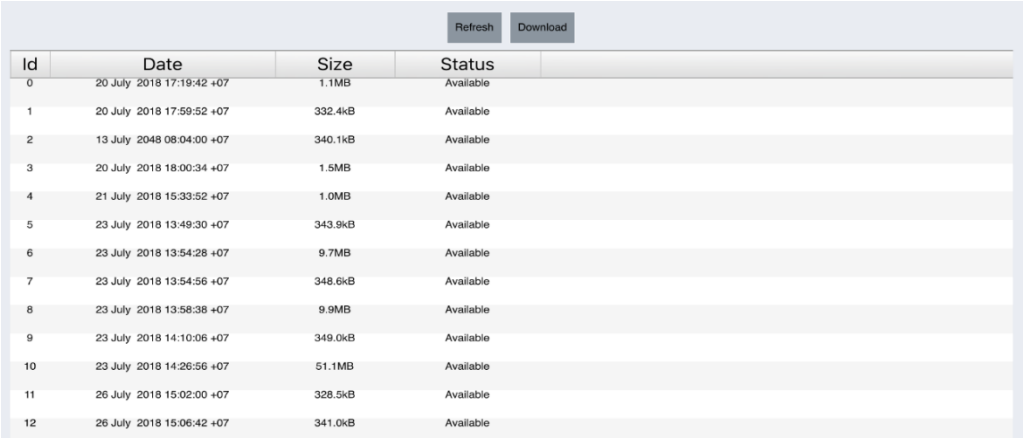


แสดงแถบ Cal Level Horizon

- **Cal Airspeed** คือ การวัดสอบ (Calibration) Airspeed ของอากาศยานฯ มีขั้นตอน ดังนี้
ข้อ ๑ ใช้มือหรืออุปกรณ์ป้องไม่ให้มีลมเข้าที่ Airspeed ตามรูป ①
ข้อ ๒ หลังจากแถบสีฟ้าขึ้น 80% หรือมีข้อความด้านล่างบรรทัดสุดท้ายปรากฏขึ้น ให้ใช้มือหรืออุปกรณ์ปิดช่องของ Airspeed โดยทันที ตามรูป ② จากนั้นรอจนแถบสีฟ้าขึ้นเต็มแถบ

แสดงการทำ Cal Airspeed

(๘) **แถบเมนู Log Download** คือ ไฟล์ Log แสดงการทำงานของอากาศยานฯ โดยผู้ใช้งานสามารถทำการดาวน์โหลดได้



Id	Date	Size	Status
0	20 July 2018 17:19:42 +07	1.1MB	Available
1	20 July 2018 17:59:52 +07	332.4kB	Available
2	13 July 2048 08:04:00 +07	340.1kB	Available
3	20 July 2018 18:00:34 +07	1.5MB	Available
4	21 July 2018 15:33:52 +07	1.0MB	Available
5	23 July 2018 13:49:30 +07	343.9kB	Available
6	23 July 2018 13:54:28 +07	9.7MB	Available
7	23 July 2018 13:54:56 +07	348.6kB	Available
8	23 July 2018 13:58:38 +07	9.9MB	Available
9	23 July 2018 14:10:06 +07	349.0kB	Available
10	23 July 2018 14:26:56 +07	51.1MB	Available
11	26 July 2018 15:02:00 +07	328.5kB	Available
12	26 July 2018 15:06:42 +07	341.0kB	Available

แสดงแถบ Log Download

๓.๑.๘ การวางแผนการบิน

การวางแผนการบินเป็นขั้นตอนที่กำหนดความละเอียดของภาพ คุณภาพของภาพพอยด์คลาวด์ และความถูกต้องเชิงตำแหน่ง โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการวางแผนการบิน ได้แก่

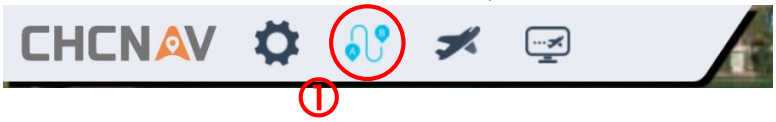
- ขนาด Ground Sample Distance (GSD)
- ความสูงบิน (Flight Altitude)
- ส่วนซ้อนและส่วนเกยของภาพ (Overlap & Side lap)
- รูปแบบการบิน

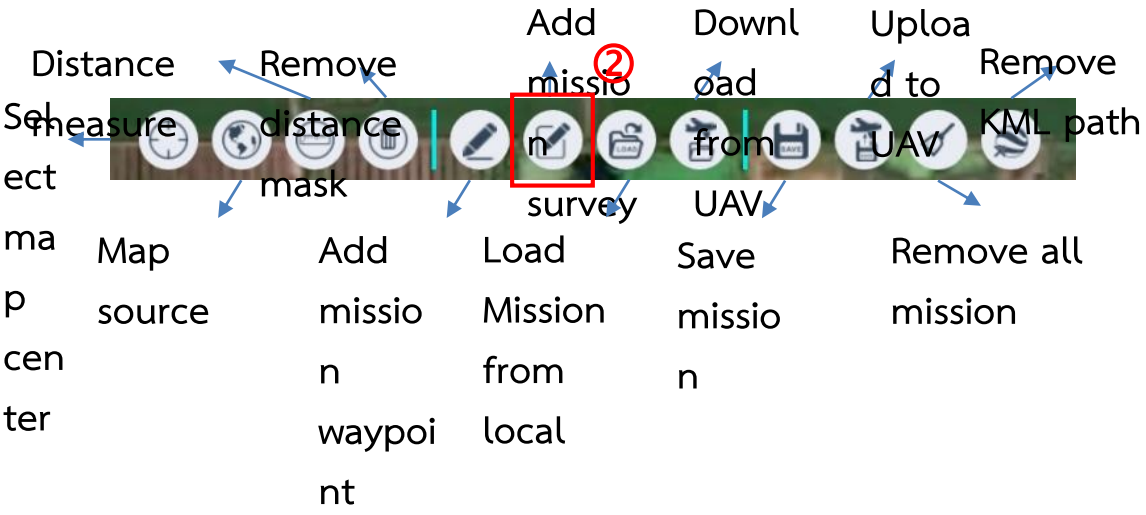
ตัวอย่างการวางแผนการบินถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P316 มีขั้นตอนดังนี้

(๑) เข้าแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl” จะปรากฏหน้าจอดังภาพด้านล่าง

แสดงหน้าจอแอปพลิเคชัน (Application) “CHCUAVControl”

(๒) ไปที่แถบ Mission Plan Tools เลือก Mission plan interface ตามข้อ ① ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวางแผนการบิน จากนั้นเลือก Add mission survey ตามข้อ ② เพื่อกำหนดพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ



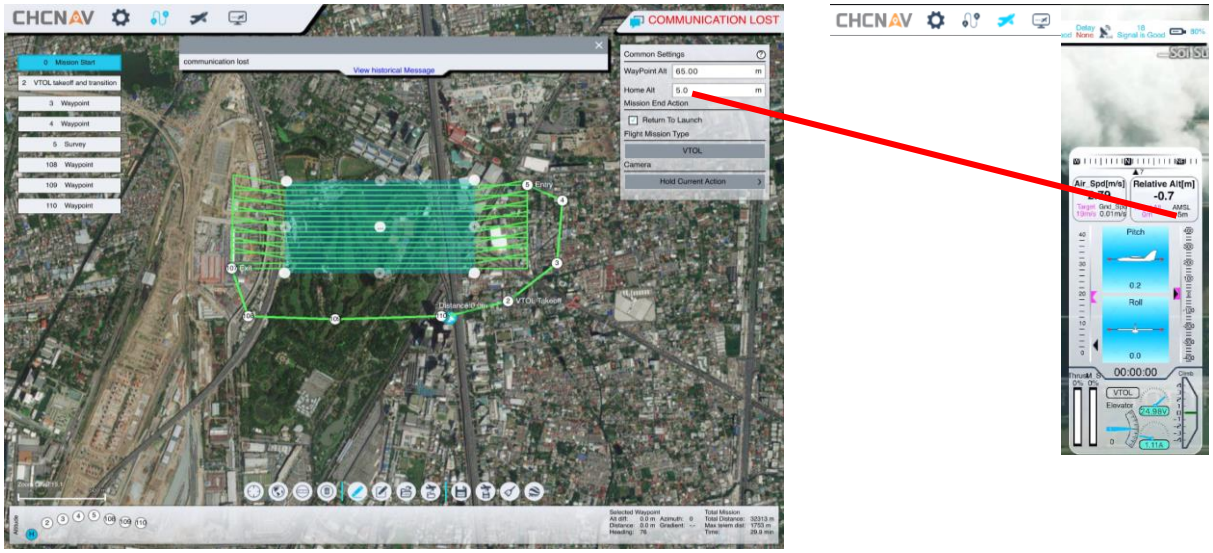


แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนการบิน

หมายเหตุ : ปุ่ม Download from UAV และ Upload to UAV จะปรากฏขึ้นเมื่อเชื่อมต่อระบบกับอากาศยานฯ แล้ว

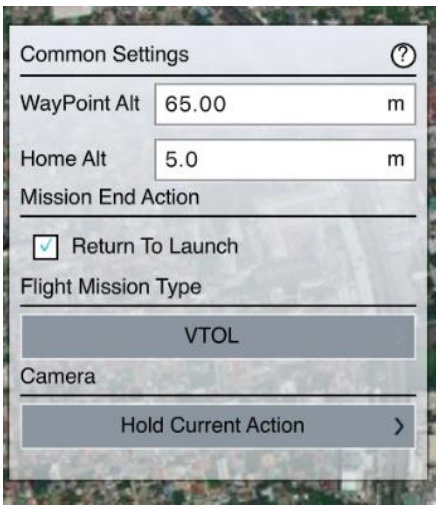
(๓) ***ตัวอย่างการกำหนด Mission Start (จุด ๑)***

Mission Start (จุด 1) เป็นจุดปล่อยอากาศยานฯ (Home) ซึ่งอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ จะทำการขึ้นบิน (Take Off) โดยใช้ระบบการหมุนของใบพัด VTOL ยกลำตัวขึ้นแนวดิ่ง (Mode Vertical Take off) ซึ่งการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จึงมีความสัมพันธ์กับการขึ้นลงของอากาศยานฯ



แสดงตัวอย่างการกำหนด Mission Start (จุด ๑)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Mission Start (จุด ๑)*** ดังนี้



WayPoint Alt **: ค่าความสูง Take Off + AMSL**

คือ ค่าความสูง Take Off ที่อากาศยานฯ ใช้ระบบการหมุนของใบพัด VTOL สำหรับขึ้นแนวดิ่ง โดยผู้ผลิตได้กำหนดเป็นค่าคงตัว คือ ๖๐ ม.

กรณี

ค่า AMSL เท่ากับ ๕ ม.

ดังนั้น

WayPoint Alt = ๖๐+๕ =๖๕ ม.

Home Alt **: AMSL**

คือ ค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง ณ จุดปล่อยอากาศยานฯ (Home) ค่านี้จะปรากฏในแถบเมนู **Flight interface** หลังจากทำการเชื่อมต่ออากาศยานฯ แล้ว

กรณี

ค่า AMSL (วงกลมสีแดง) เท่ากับ ๕ ม.

ดังนั้น

Home Alt = ๕ ม.

Return To Launch **: การกลับมาจุดปล่อย (Home)**

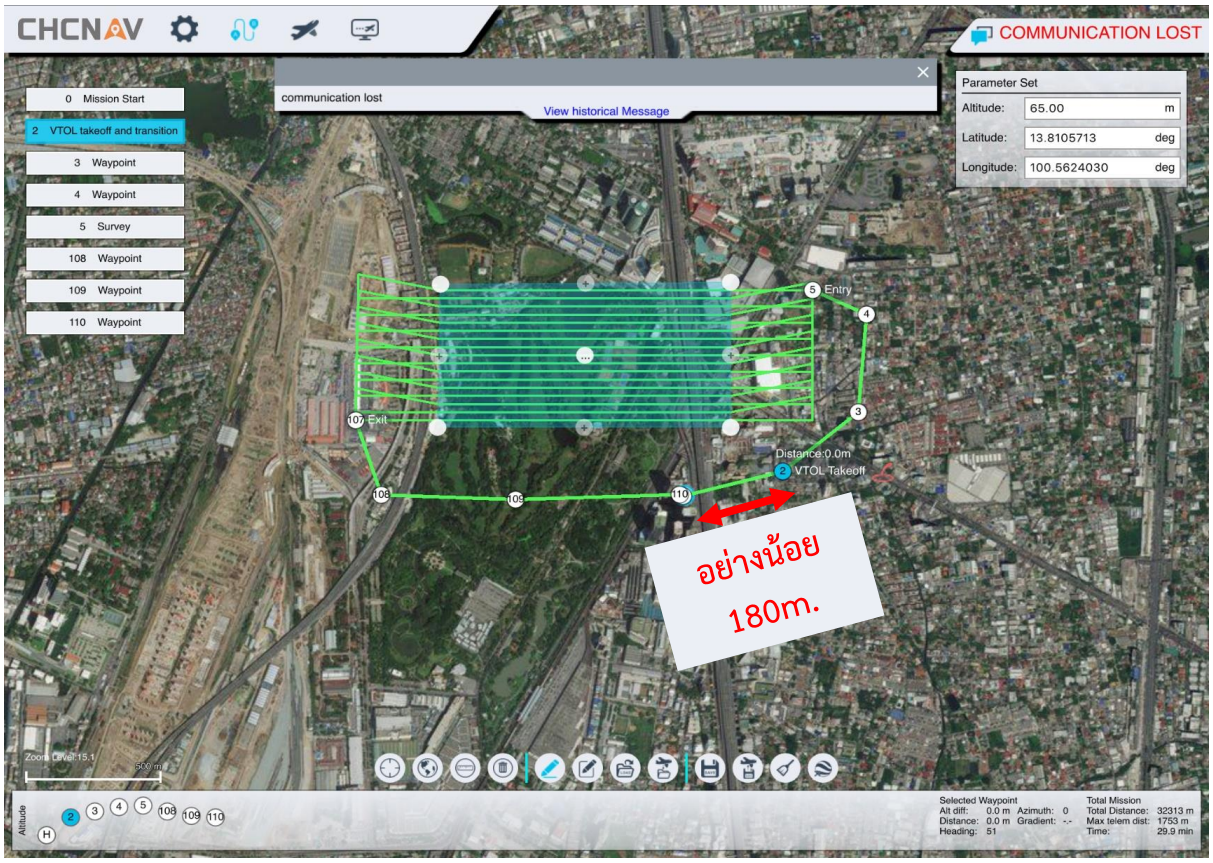
คือ การกำหนดค่าเมื่อสิ้นสุดภารกิจ ให้อากาศยานฯ กลับมาลงจอด ณ จุดปล่อย

Flight Mission Type **: รูปแบบการบิน**

คือ การกำหนดให้อากาศยานฯ ใช้ระบบการหมุนของใบพัด VTOL สำหรับขึ้นแนวดิ่งใน Mission Start (จุด ๑)

(๔) ***ตัวอย่างการกำหนด VTOL takeoff and transition (จุด ๒)***

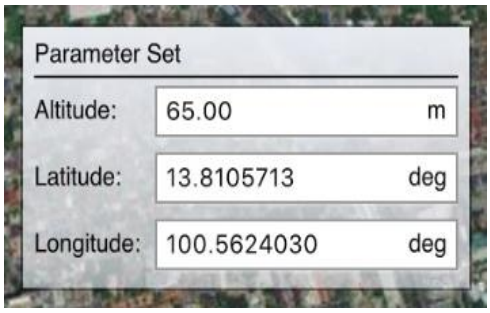
จุด VTOL takeoff and transition (จุด ๒) เป็นจุดที่อากาศยานฯ จะเปลี่ยนการทำงานจากระบบการหมุนของใบพัด VTOL ยกลำตัวขึ้นแนวดิ่ง (Mode Vertical Take off) เป็นแบบ Fix wing โดยมีลักษณะการบินคล้ายกับเครื่องบินทั่วไป และบินไปยังตำแหน่งพร้อมไต่ระดับความสูงบินตามที่ผู้ใช้งานกำหนด



แสดงตัวอย่างการกำหนด VTOL takeoff and transition (จุด ๒)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด VTOL takeoff and transition (จุด ๒)*** ดังนี้

Altitude : **ค่าความสูง Takeoff หรือเท่ากับค่า Waypoint ใน Mission Start**



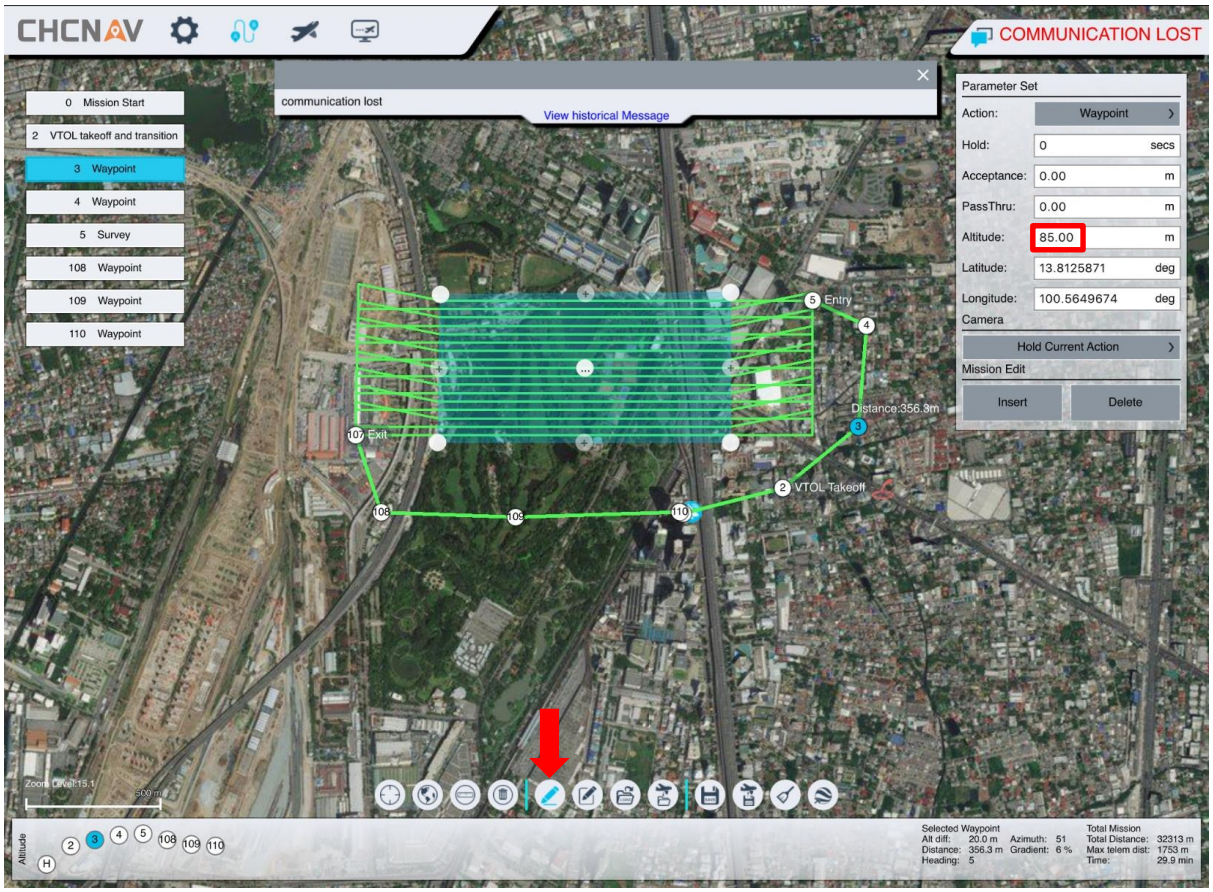
โดยปกติค่านี้จะปรับให้โดยอัตโนมัติหลังจากตั้งค่าคำสั่ง Mission Start เสร็จ

Latitude ,Longitude : ค่าพิกัดจุด VTOL takeoff and transition

โดยปกติไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพิกัด สามารถลากตำแหน่งของจุด VTOL takeoff and transition (จุด 2) ในแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ โดยให้จุด ๒ มีระยะห่างจากจุด ๑ อย่างน้อย ๑๘๐ ม. เพื่อให้อากาศยานฯ มีระยะทางที่มากพอสำหรับการเปลี่ยนระบบการทำงาน

(๕) ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๓)***

การกำหนด Waypoint คือ การกำหนดตำแหน่งและความสูงในการบินไต่ระดับของอากาศยานฯ เพื่อให้ได้ความสูงบินตามที่กำหนด โดยมีหลักการในการเพิ่มระดับความสูงบิน คือ ระยะทาง ๑๐๐ เมตร อากาศยานฯ สามารถบินไต่ระดับความสูงได้ ๑๐ เมตร



แสดงตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๓)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๓)*** ดังนี้

Waypoint **: จุดที่อากาศยานฯ จะไปยังตำแหน่งนี้**

Altitude **: ค่าความสูงของ Waypoint ตามที่กำหนด**

ตัวอย่าง

ให้จุดที่ ๒ ไปจุดที่ ๓
มีระยะทางประมาณ ๓๐๐ ม.
อากาศยานฯ สามารถไต่ระดับ
ความสูงได้ประมาณ ๒๐ ม.
(ความสูงบิน ๒๐ ม.
ระยะทางต้องไม่น้อยกว่า ๒๐๐ ม.)

ดังนั้น

ความสูงบินจุดที่ ๓
= ความสูงบินจุดที่ ๒ + ๒๐ ม.

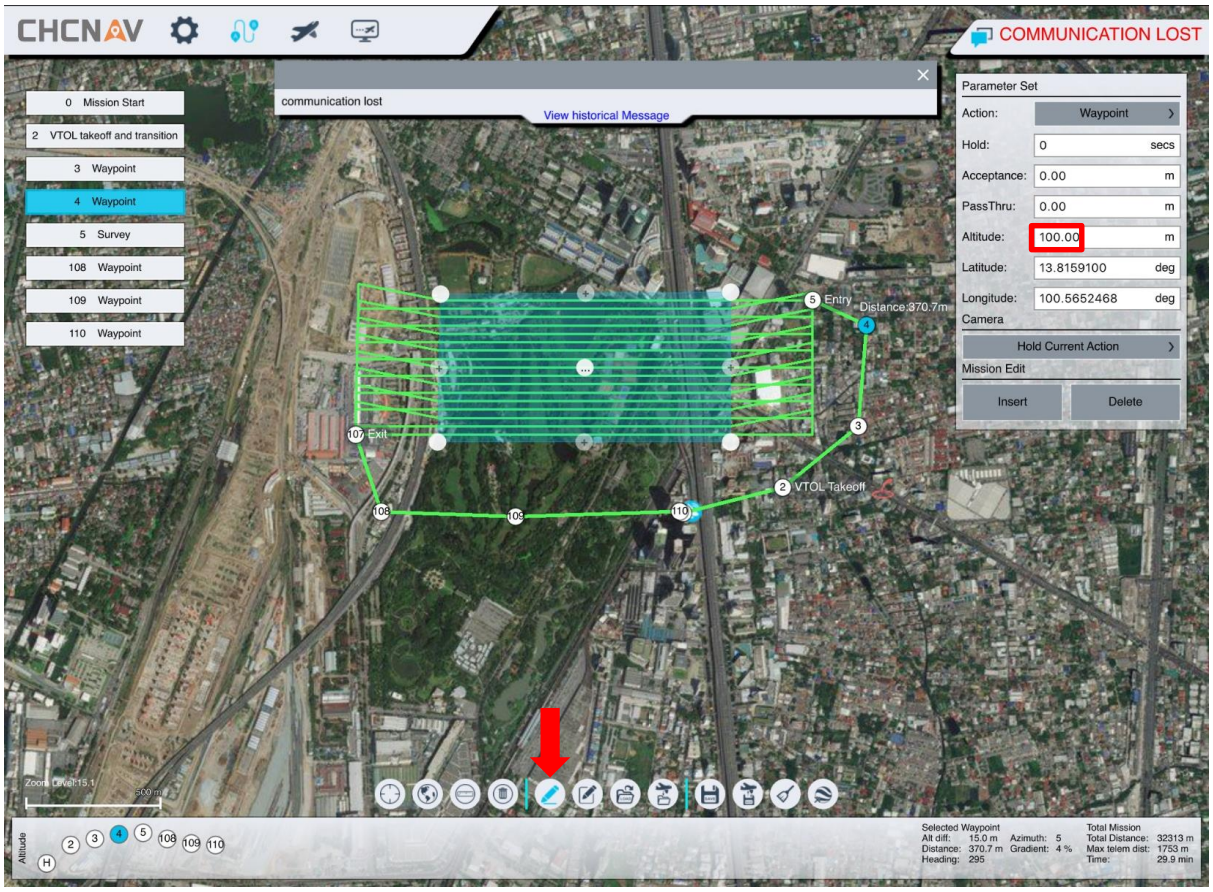
หรือ

Altitude
= ๖๕ ม. + ๒๐ ม. = ๘๕ ม.

Latitude ,Longitude **: ค่าพิกัดจุด Waypoint**
ไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพิกัด เนื่องจากค่าพิกัดจะขึ้นโดยอัตโนมัติ กรณีที่ทำการลากจุด Waypoint ในแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ

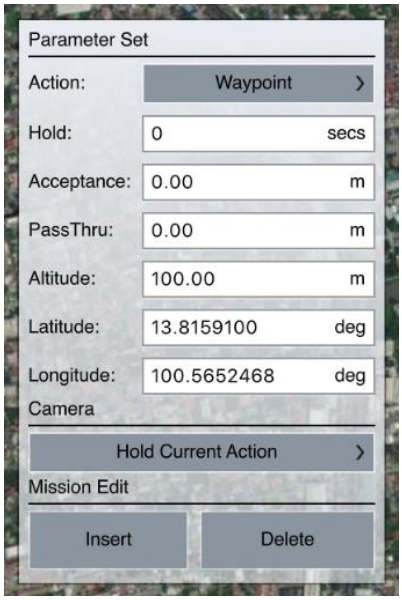
(๖) ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๔)***

จากตัวอย่างในรูปแผนการบิน Waypoint (จุด ๔) ยังเป็นจุดที่ให้อากาศยานฯ บินไต่ระดับความสูง เพื่อให้ได้ความสูงตามที่กำหนดโดยวิธีการในการกำหนดจะใช้วิธีการเดียวกันกับ Waypoint (จุด ๓)



แสดงตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด 4)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๔)*** ดังนี้



Waypoint **: จุดที่อากาศยานจะไปยังตำแหน่งนี้**

Altitude **: ค่าความสูงของ Waypoint ตามที่กำหนด**

ตัวอย่าง

ให้จุดที่ ๓ ไปจุดที่ ๔
มีระยะทางประมาณ ๒๕๐ ม.
อากาศยานฯ สามารถไต่ระดับความสูงได้ประมาณ ๑๕ ม.
(ความสูงบิน ๑๕ ม.
ระยะทางต้องไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ม.)

ดังนั้น

ความสูงบินจุดที่ ๔
= ความสูงบินจุดที่ ๓ + ๑๕ ม.

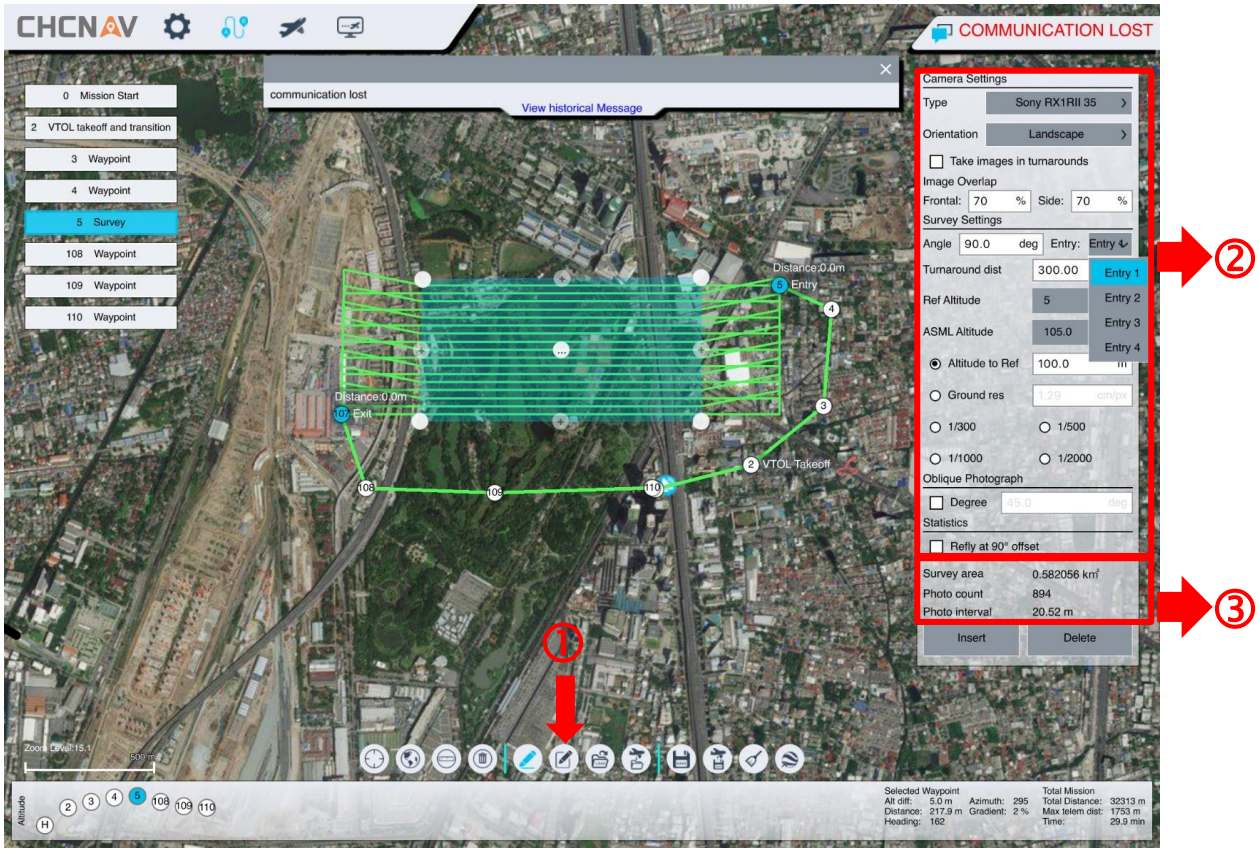
หรือ

Altitude
= ๘๕ ม. + ๑๕ ม. = ๑๐๐ ม.
หมายเหตุ : Waypoint (จุด ๔) ก่อนเข้าจุด Survey (จุด ๕) ควรมีความสูงเท่ากับจุดเริ่ม Survey

Latitude ,Longitude **: ค่าพิกัดจุด Waypoint**
ไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพิกัด เนื่องจากค่าพิกัดจะขึ้นโดยอัตโนมัติ กรณีที่ทำการลากจุด Waypoint ในแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ

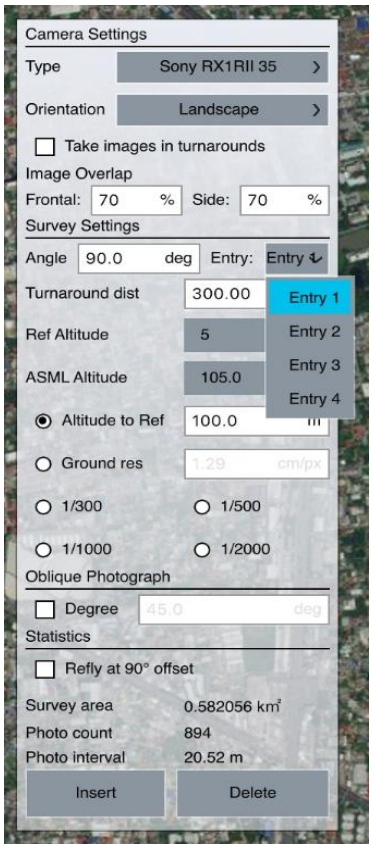
(๗) ***ตัวอย่างการกำหนด Survey (จุด ๕)***

จุด Survey เป็นจุดที่อากาศยานฯ เริ่มทำการบินถ่ายภาพตามค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนด ได้แก่ ความสูงบิน (Flight Altitude), ส่วนซ้อนและส่วนเกยของภาพ (Overlap & Side lap), ขนาดความละเอียด (Ground Sample Distance, GSD), รูปแบบการบิน



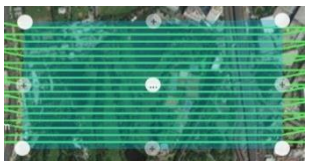
แสดงตัวอย่างการกำหนด Survey (จุด ๕)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Survey (จุด ๕)*** ดังนี้



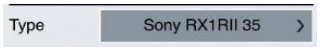
Survey **: พื้นที่สำรวจ**

กรอบสี่เหลี่ยมสีเขียวเข้ม



Type : **ชื่อยี่ห้อ, รุ่นของกล้องถ่ายภาพ**

ในที่นี้ใช้ กล้องยี่ห้อ Sony รุ่น RX1RII 35



Orientation **: Landscape**

Take images in turnarounds **: ถ่ายภาพตอนกลับทิศทางการบิน**

ในที่นี้ไม่ได้เลือก เนื่องจากไม่ได้นำภาพในบริเวณดังกล่าวมาประมวลผล เพราะอยู่นอกพื้นที่สำรวจ

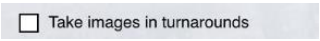


Image Overlap **: การ Overlap ภาพ Frontal (ส่วนซ้อน), Side (ส่วนเกย)**

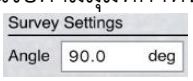
โดยปกติแล้วจะตั้งค่า

- Frontal = ๗๕-๘๕%
- Side = ๗๐-๘๐%

Angle **: มุมทิศทางพื้นที่สำรวจ**

เมื่อเปลี่ยนค่ามุม (หน่วยเป็นองศา)

ทิศทางเส้นแนวบิน (เส้นสีเขียว) จะเปลี่ยนไปตามมุมที่กำหนด



Entry **: จุดเข้าพื้นที่สำรวจ**

สามารถเลือกจุดเข้าในการเริ่มบินสำรวจได้ ๔ แบบ ตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ ส่วนจุดออก โปรแกรมจะเลือกให้โดยอัตโนมัติ

Turnaround dist **: ระยะการกลับตัวของอากาศยานจากกรอบพื้นที่สำรวจ**

โดยปกติจะกำหนดระยะ ๓๐๐ ม.

Ref Altitude **: AMSL ของจุด Home**

คือ ค่าจากจุด Home Alt

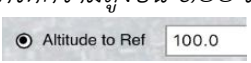
ASML Altitude **: ค่าระดับความสูงจาก MSL ขณะถ่ายภาพสำรวจ**

คือ ค่าระดับความสูงจาก MSL + AMSL ของจุด Home

Altitude to Ref **: ค่าความสูงจากพื้นที่ต้องการบินสำรวจ**

ตัวอย่าง

กำหนดให้ความสูงบิน ๑๐๐ ม.



Ground res **: ค่าความละเอียดที่ต้องการบินสำรวจ**

ผู้ใช้งานสามารถเลือกกำหนดความสูงบินใน Altitude to Ref หรือเลือกค่าความละเอียดที่ต้องการใน Ground res เป็นตัวกำหนดแผนที่ที่ต้องการอย่างใดอย่างหนึ่ง

Survey area **: แสดงพื้นที่บินสำรวจ**

Photo count **: จำนวนภาพถ่าย**

จำนวนภาพถ่ายที่ต้องได้จากการกำหนดค่าต่างๆ ของผู้ใช้งาน หากไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะบิน

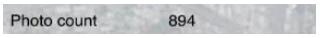
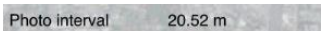


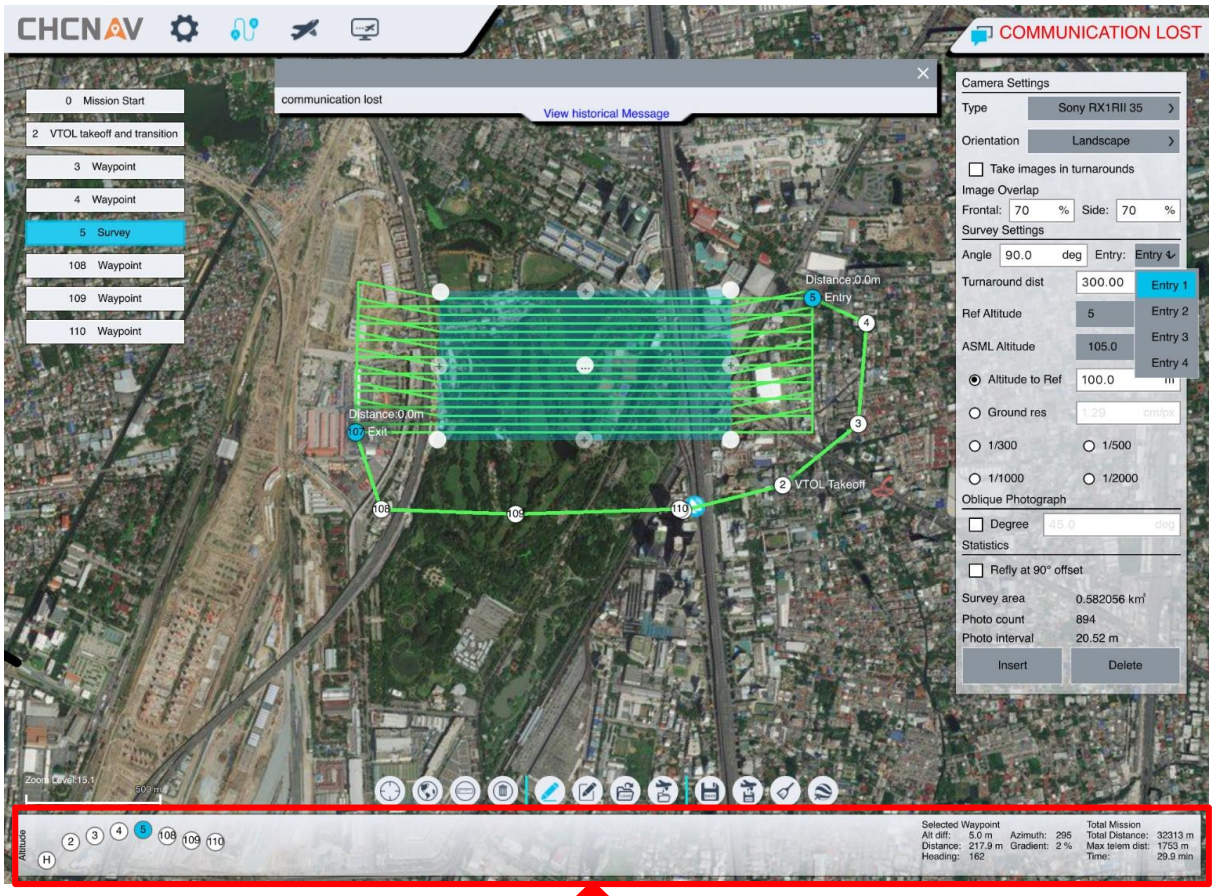
Photo interval **: ถ่ายภาพทุกๆ กี่เมตร**

ขึ้นอยู่การกำหนด Overlap ภาพควรมีค่าไม่ต่ำกว่า ๒๐ ม. หากมีค่าต่ำกว่าให้เปลี่ยนค่า Overlap ให้มีความเหมาะสม



(๘) ***ตัวอย่างการแสดง ข้อมูล Survey***

ข้อมูล Survey เป็นข้อมูลที่แสดงผลของการกำหนดค่าต่างๆ ของผู้ใช้งาน ตั้งแต่การกำหนดระยะและความสูงบินของแต่ละ Waypoint, ข้อมูลระยะทางและเวลาทั้งหมดในการบินสำรวจ, ข้อมูลระยะห่างจากจุดปล่อย (Home) กับจุด Survey, ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้แผนการบินที่วางไว้หรือกำหนดค่าให้มีความเหมาะสม เช่น หากจุดปล่อย (Home) อยู่ห่างกับจุด Survey มากเกินไป จะต้องเลือกจุดที่เหมาะสมมากกว่า หรือถ้าหากใช้เวลาในการบินมากเกินไปอาจจะส่งผลถึงความปลอดภัย โดยปกติไม่ควรใช้เวลาเกิน ๒๕-๓๐ นาที แถบข้อมูล Survey แสดงตามข้อ ①



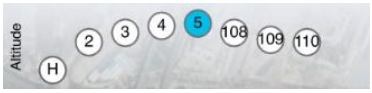
①

แสดงตัวอย่างการแสดงข้อมูล Survey

ตัวอย่างการแสดง ข้อมูล Survey มีดังนี้

Altitude : **ความสูงของแต่ละ Waypoint**

หากผู้ใช้งานกำหนดให้ระยะทางกับการไต่ระดับความสูงในแต่ละ Waypoint มีความสัมพันธ์กันจะได้แถบแสดงที่มีลักษณะโค้งคว่ำที่มีความสมมาตร



Selected Waypoint : **ข้อมูลตำแหน่งทิศทางความสูงจากจุดที่แล้วกับจุดที่กำลังเลือก** ดังนี้

Alt diff : ความสูงที่มีการเปลี่ยนแปลงจากจุดที่แล้ว

Distance : ระยะห่างจากจุดที่แล้ว

Heading, Azimuth : ตำแหน่งจากจุดที่แล้ว

Gradient : เปอร์เซ็นต์ความลาดเอียงจากจุดที่แล้ว

Total Mission **: แสดงข้อมูลทั้งหมดในการสำรวจ** ดังนี้

Total Mission	
Total Distance:	32313 m
Max telem dist:	1753 m
Time:	29.9 min

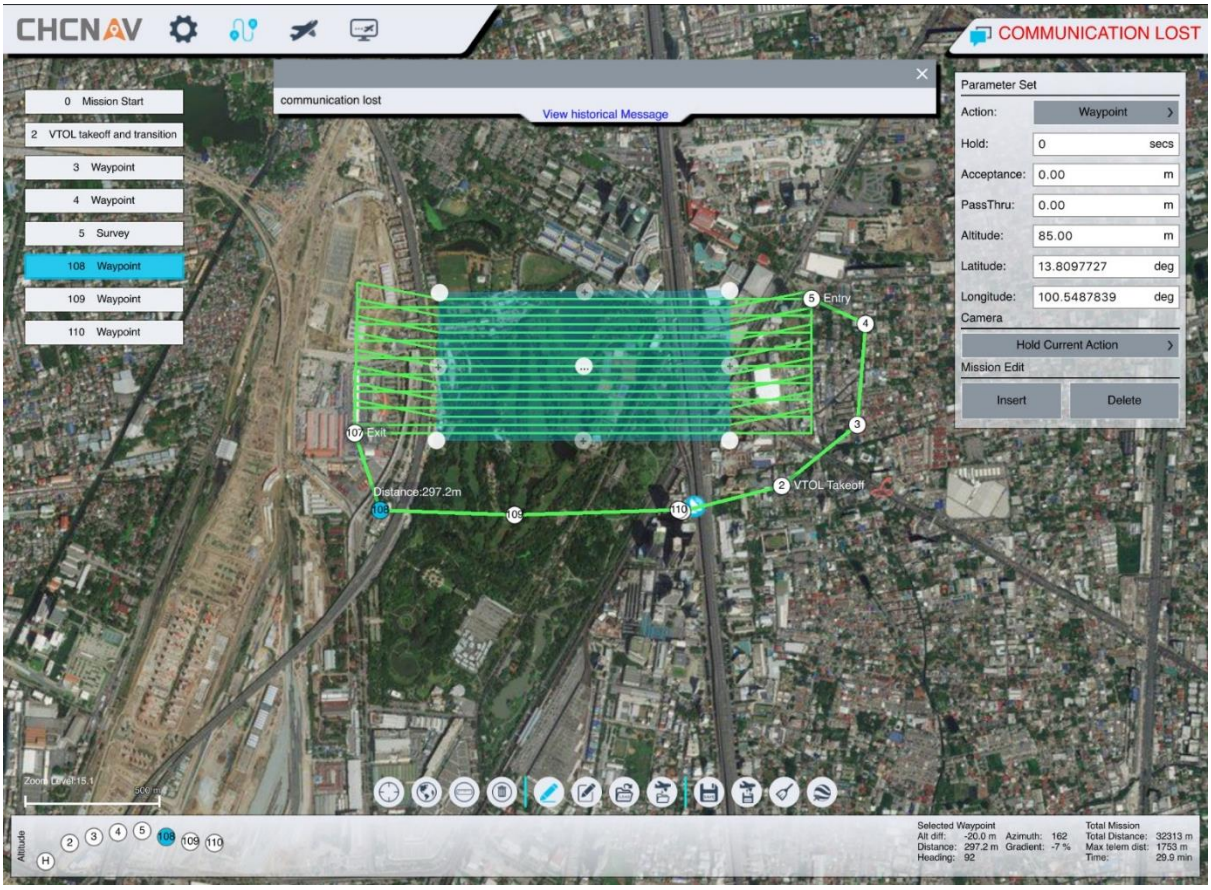
Total Distance : ข้อมูลระยะทางทั้งหมด

Max telem dist :ข้อมูลระยะห่างจากจุดขึ้นบินกับจุด Survey

Time : ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการบินทั้งหมด

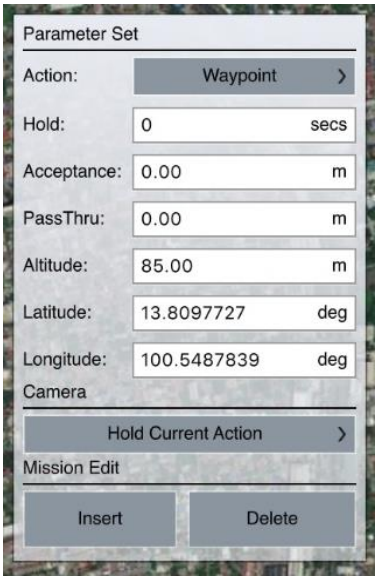
(๙) ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๖)***

Waypoint (จุด ๖) เป็นจุดที่อากาศยานฯ ได้บินสำรวจตามพื้นที่ที่วางแผนไว้เสร็จสิ้น จะต้องกำหนดให้อากาศยานฯ เริ่มลดระดับความสูงบิน โดยยังยึดหลักการในการลดระดับความสูงการบิน คือ ระยะทาง ๑๐๐ เมตร อากาศยานสามารถบินลดระดับความสูงการบินได้ ๑๐ เมตร



แสดงตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๖)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๖)*** ดังนี้



Waypoint **: จุดที่อากาศยานจะไปยังตำแหน่งนี้**

Altitude **: ค่าความสูงของ Waypoint ตามที่กำหนด**

ตัวอย่าง

ให้จุด Survey ไปจุดที่ ๖ มีระยะทางประมาณ ๒๙๗ ม. อากาศยานฯ สามารถลดระดับความสูงได้ประมาณ ๑๕ ม. (ความสูงบิน ๑๕ ม. ระยะทางต้องไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ม.)

ดังนั้น

ความสูงบินจุดที่ ๖ = ความสูงบินจุด Survey – ๑๕ ม. ***หรือ***

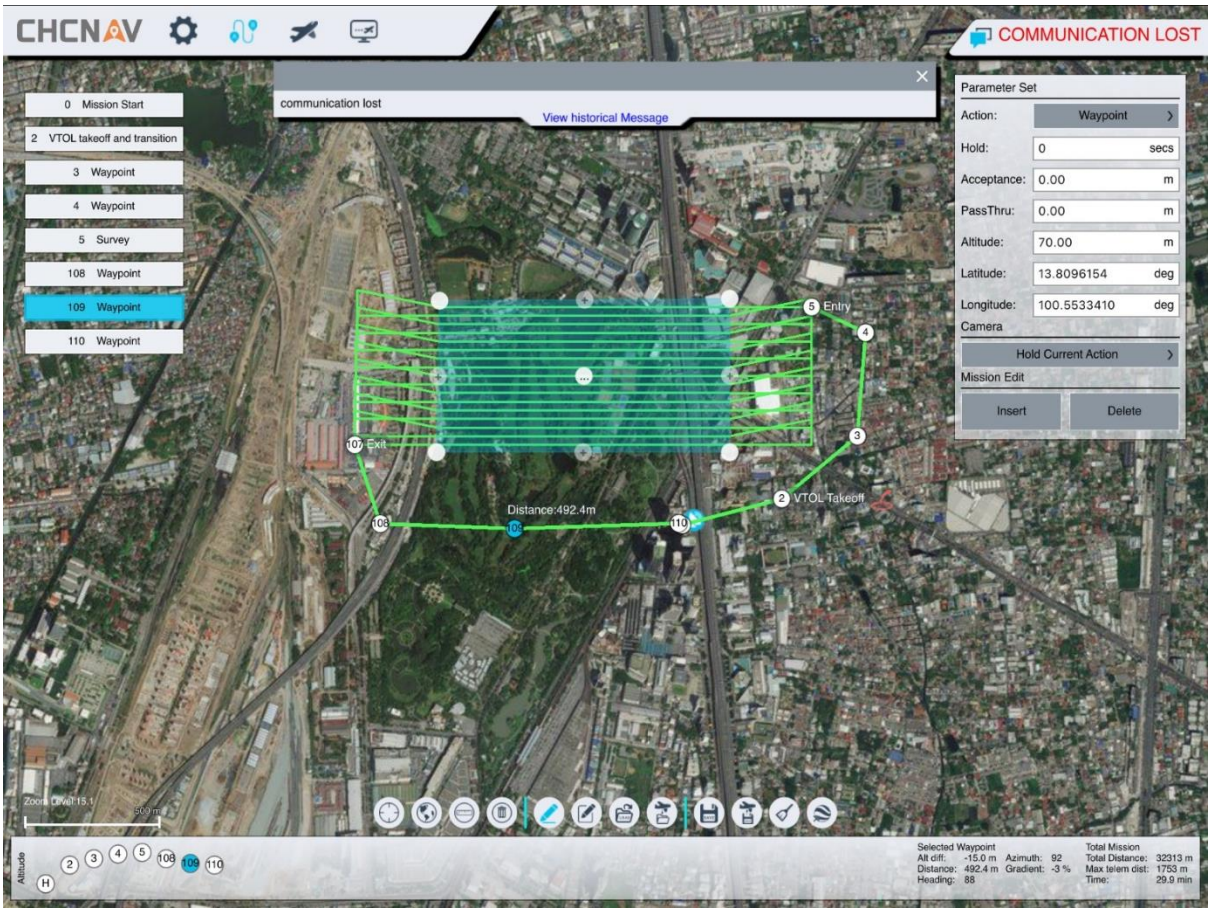
Altitude = ๑๐๐ ม. – ๑๕ ม. = ๘๕ ม.

Latitude ,Longitude **: ค่าพิกัดจุด Waypoint**

ไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพิกัด เนื่องจากค่าพิกัดจะขึ้นโดยอัตโนมัติ กรณีที่ทำการลากจุด Waypoint ในแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ

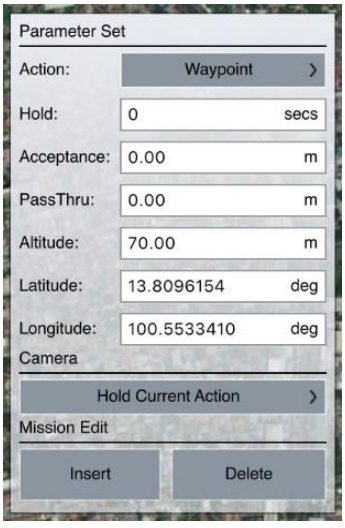
(๑๐) ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๗)***

จากตัวอย่างในรูปแผนการบิน Waypoint (จุด ๗) ยังเป็นจุดที่ให้อากาศยานฯ ลดระดับความสูงบิน เพื่อให้ได้ความสูงตามที่กำหนดโดยวิธีการในการกำหนดจะใช้วิธีการเดียวกันกับ Waypoint (จุด ๖)



แสดงตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๗)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๗)*** ดังนี้



Waypoint **: จุดที่อากาศยานจะไปยังตำแหน่งนี้**

Altitude **: ค่าความสูงของ Waypoint ตามที่กำหนด**

ตัวอย่าง

ให้จุดที่ ๖ ไปจุดที่ ๗
มีระยะทางประมาณ ๔๘๐ ม.
อากาศยานฯ สามารถลดระดับความสูงได้ประมาณ ๑๕ ม.
(ความสูงบิน ๑๕ ม.
ระยะทางต้องไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ม.)

ดังนั้น

ความสูงบินจุดที่ ๗
= ความสูงบินจุดที่ ๖ – ๑๕ ม.

หรือ

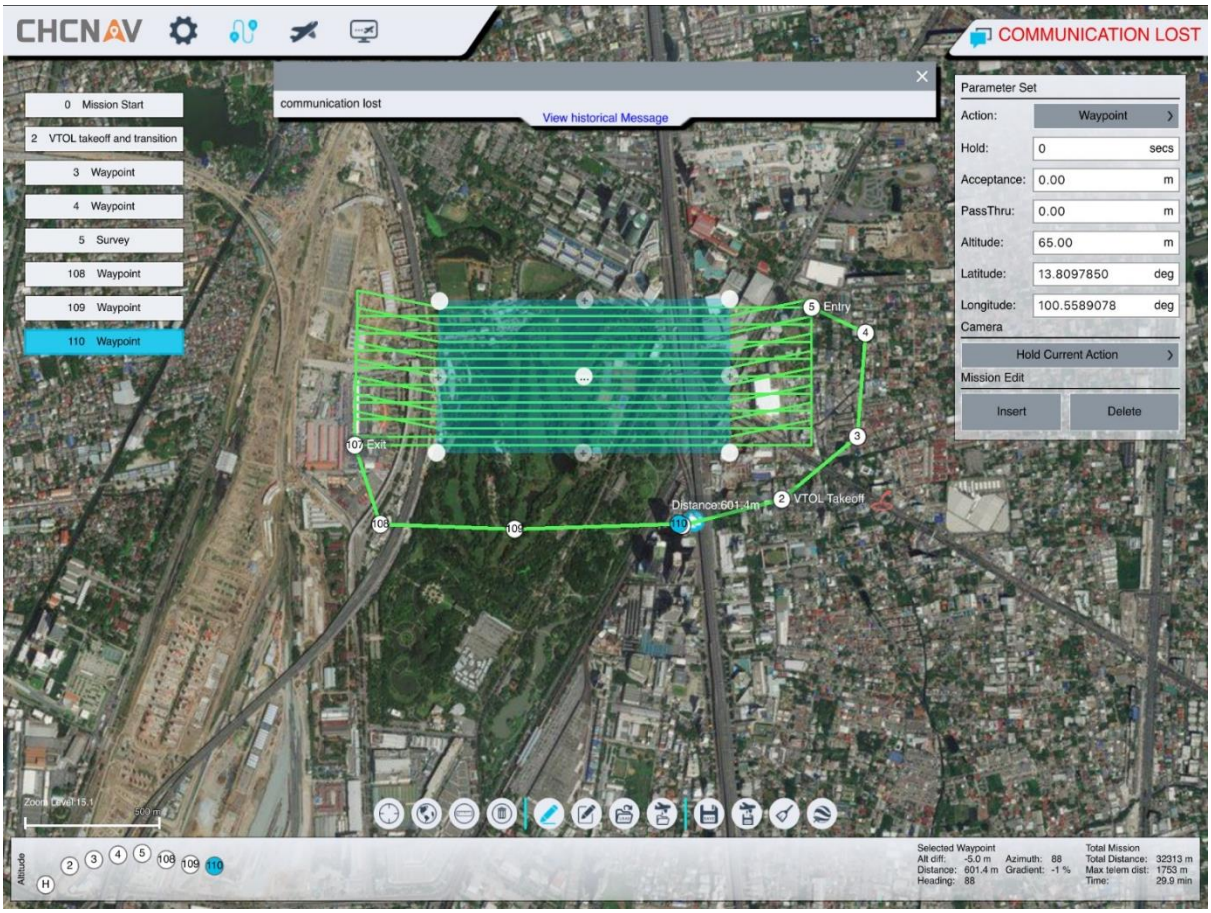
Altitude

= ๘๕ ม. – ๑๕ ม. = ๗๐ ม.

Latitude ,Longitude **: ค่าพิกัดจุด Waypoint** ไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพิกัด เนื่องจากค่าพิกัดจะขึ้นโดยอัตโนมัติ กรณีที่ทำการลากจุด Waypoint ในแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ

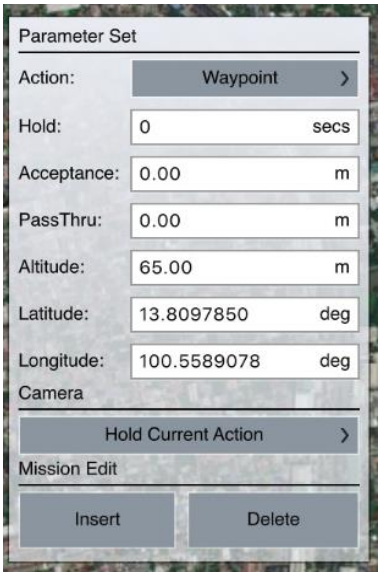
(๑๑) ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๘)***

จากตัวอย่างในรูปแผนการบิน Waypoint (จุด ๘) ยังเป็นจุดที่กำหนดให้อากาศยานฯ ลดระดับความสูง เพื่อให้ได้ความสูงตามที่กำหนด จากแผนการบินพบว่าเป็นจุดสุดท้าย จึงต้องมีความสูงบินเท่ากับ Mission Start (จุดที่ ๑) (ค่าความสูง TakeOff + AMSL) เนื่องจากอากาศยานฯ จะทำการจอด (Landing) โดยใช้ระบบการหมุนของใบพัด VTOL ลงแนวดิ่ง (Mode Vertical Landing) และจุดดังกล่าวต้องอยู่ใกล้กับจุดที่จะให้อากาศยานฯ ลงจอดหรือใกล้กับจุดปล่อย (Home) กรณีที่ให้อากาศยานฯ ลงจอดที่เดิม



แสดงตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๘)

ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน ***ตัวอย่างการกำหนด Waypoint (จุด ๘)*** ดังนี้



Waypoint **: จุดที่อากาศยานจะไปยังตำแหน่งนี้**

Altitude **: ค่าความสูงของ Waypoint ตามที่กำหนด**

ตัวอย่าง

*- **ข้อ ๑** กำหนด Waypoint (จุด ๘) เป็นจุดสุดท้าย ความสูงบินจะต้องเป็น ๖๕ ม. ตาม WayPoint Alt ของ Waypoint (จุด 1) หรือความสูง TakeOff + AMSL หรือเท่ากับ Landing+ AMSL(ค่าความสูง Landing ที่อากาศยานฯ ใช้ระบบการหมุนของใบพัด VTOL สำหรับลงแนวดิ่ง โดยผู้ผลิตได้กำหนดเป็นค่าคงตัว คือ ๖๐ ม.)*

*- **ข้อ ๒** ระยะทางจากจุดที่ ๗ ไปจุดที่ ๘ ต้องไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ม. อากาศยานฯ จึงจะสามารถลดระดับความสูงได้ประมาณ ๑๕ ม. เพื่อให้ได้ความสูงบิน ๖๕ ม. ตามข้อ ๑*

ดังนั้น

ความสูงบินจุดที่ ๘

= ความสูงบินจุดที่ ๗ – ๑๕ ม.

หรือ

Altitude

= ๗๐ ม. – ๑๕ ม. = ๖๕ ม.

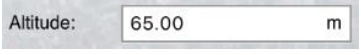
หรือ

กรณีค่า AMSL= ๕ ม.

Altitude

= Landing (๖๐ ม.)+ AMSL

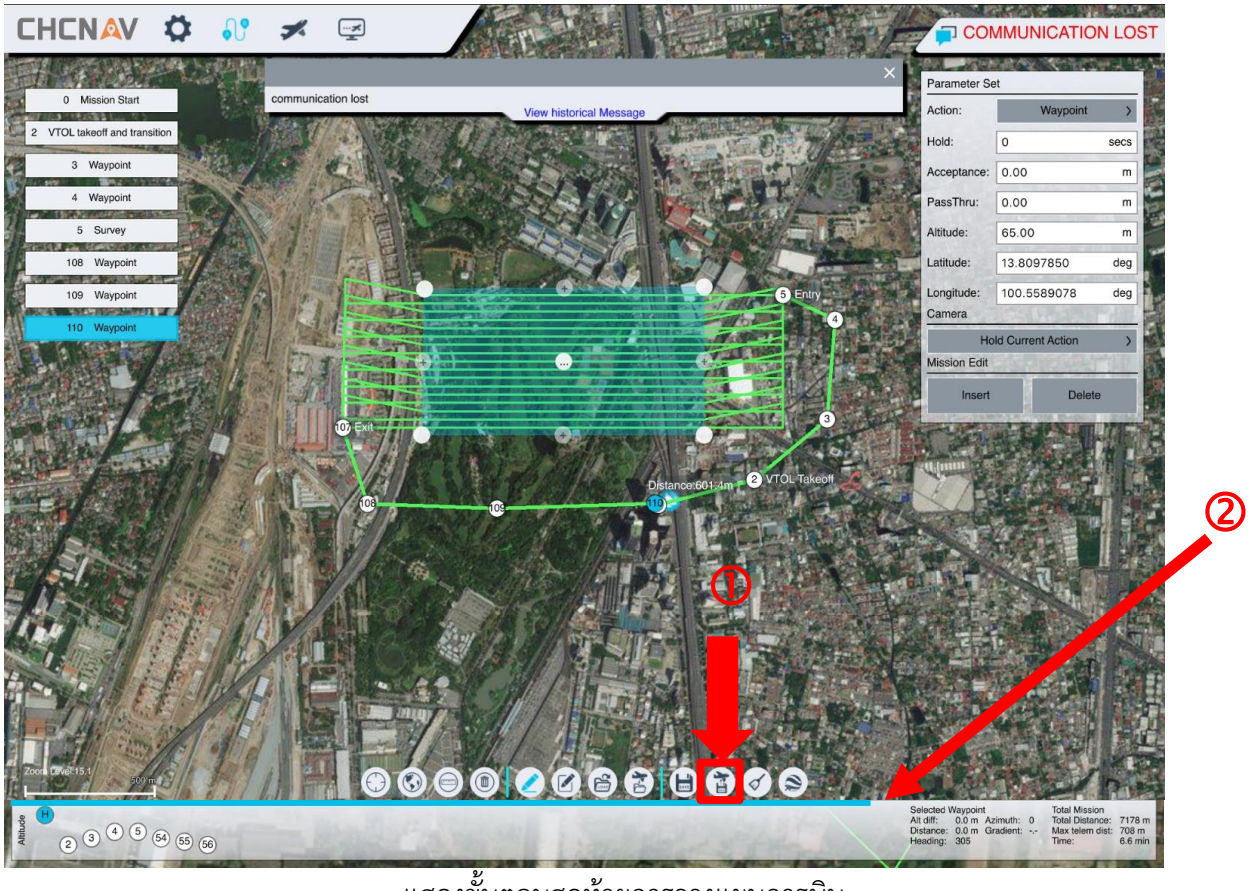
= ๖๐ ม. + ๕ ม. = ๖๕ ม.



Latitude ,Longitude **: ค่าพิกัดจุด Waypoint** ไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพิกัด เนื่องจากค่าพิกัดจะขึ้นโดยอัตโนมัติ กรณีที่ทำการลากจุด Waypoint ในแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ โดย Waypoint จุดสุดท้ายต้องอยู่ใกล้กับจุดลงจอด

(๑๒) ***ตัวอย่างแสดง ขั้นตอนสุดท้ายการวางแผนการบิน***

เมื่อตรวจสอบการกำหนดค่าต่างๆ ในแต่ละ Waypoint แล้ว จากนั้นนำแผนการบินเข้าสู่อากาศยานฯ โดยการกด **Upload Flight Plan** ตามข้อ ① และรอให้แถบสถานะเต็ม ตามข้อ ②

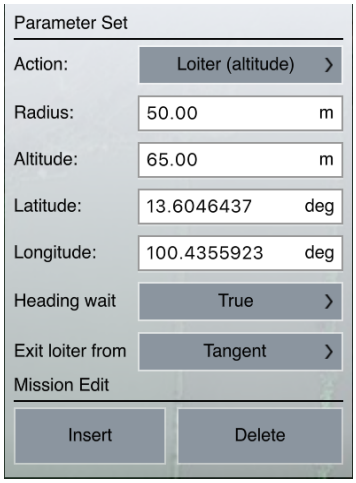


แสดงขั้นตอนสุดท้ายการวางแผนการบิน

การกำหนด Waypoint (Action) (เพิ่มเติม) ดังนี้

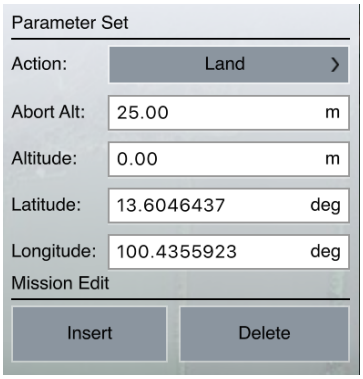
แสดง Action : Loiter (Time)

Loiter (Time) คือ ให้อากาศยานฯ บินวน Waypoint โดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนด



แสดง Action : Loiter (Altitude)

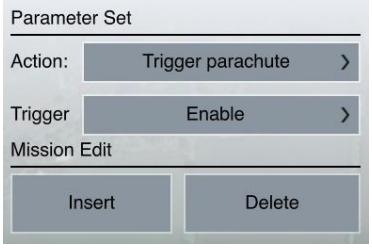
Loiter (Altitude) คือ ให้อากาศยานฯ บินวน Waypoint โดยใช้ความสูงเป็นตัวกำหนด



แสดง Action : Land

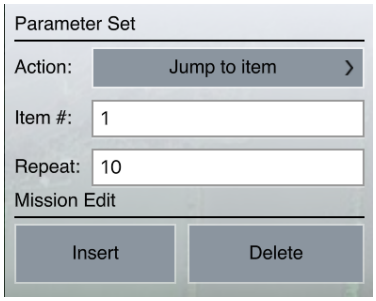
Land คือ ให้อากาศยานฯ ลงจอดที่จุด Waypoint โดยกำหนด

Abort Alt : ความสูงปัจจุบัน + Home Alt



แสดง Action : Trigger parachute

Trigger parachute คือ ให้อากาศยานฯ ปล่อยร่มชูชีพที่จุด Waypoint

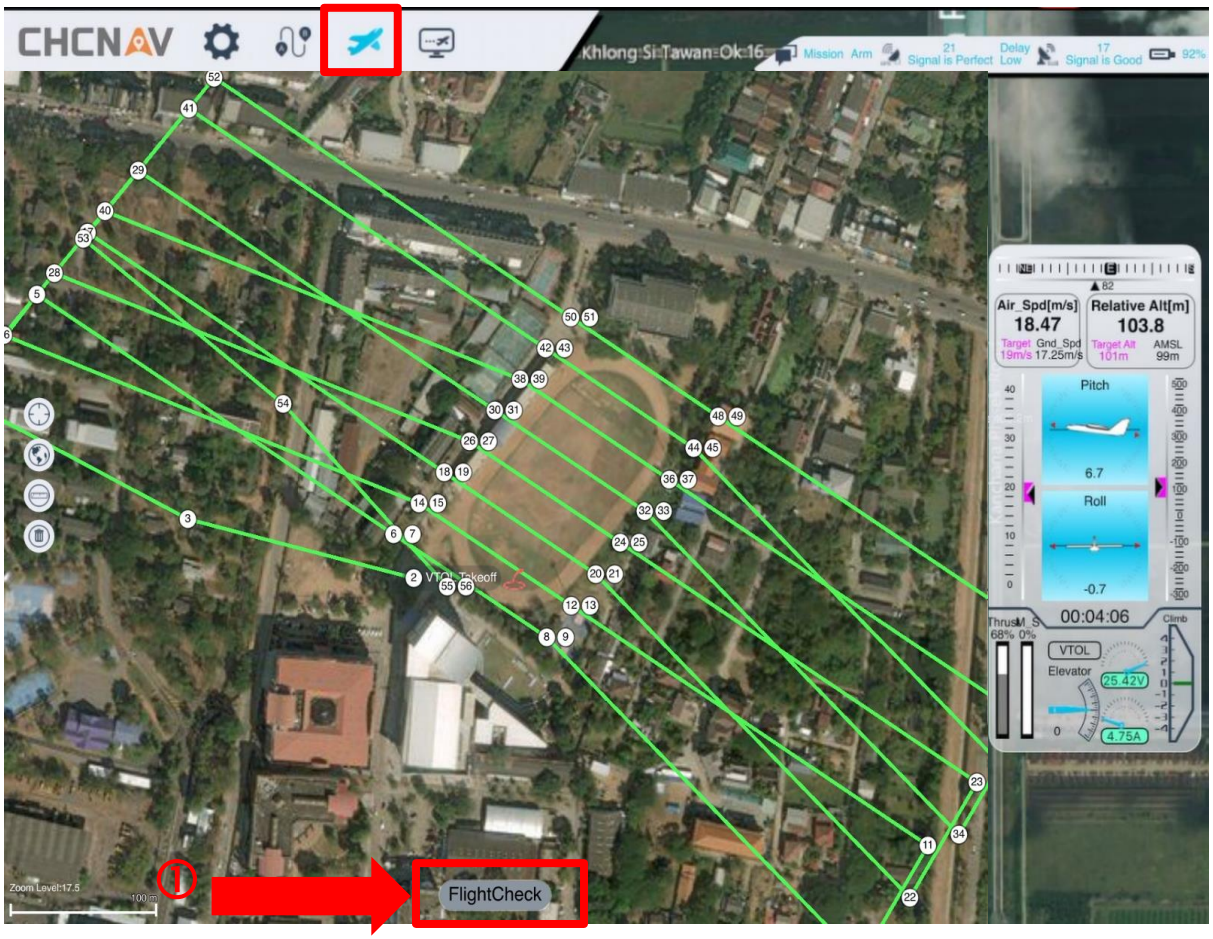


แสดง Action : Jump to item

Jump to item คือ ให้อากาศยานฯ บินไปที่หมายเลขของจุด Waypoint นั้น และให้บินซ้ำตามที่กำหนด

๓.๑.๙ ขั้นตอนการบินสำรวจ

หลังจากนำเข้าแผนการบินที่ได้วางแผนไว้ (Upload Flight Plan) ให้กดที่แถบเครื่องมือการบินสำรวจ (Flight interface) จากนั้นทำการตรวจสอบเส้นทางการบินสำรวจ และสถานะจำนวนดาวเทียม แบตเตอรี่ของอากาศยานฯ และทำการตรวจสอบสถานะและความพร้อมในการบิน โดยการกด Flight Check ตามข้อ ①



แสดงการทำ Flight Check

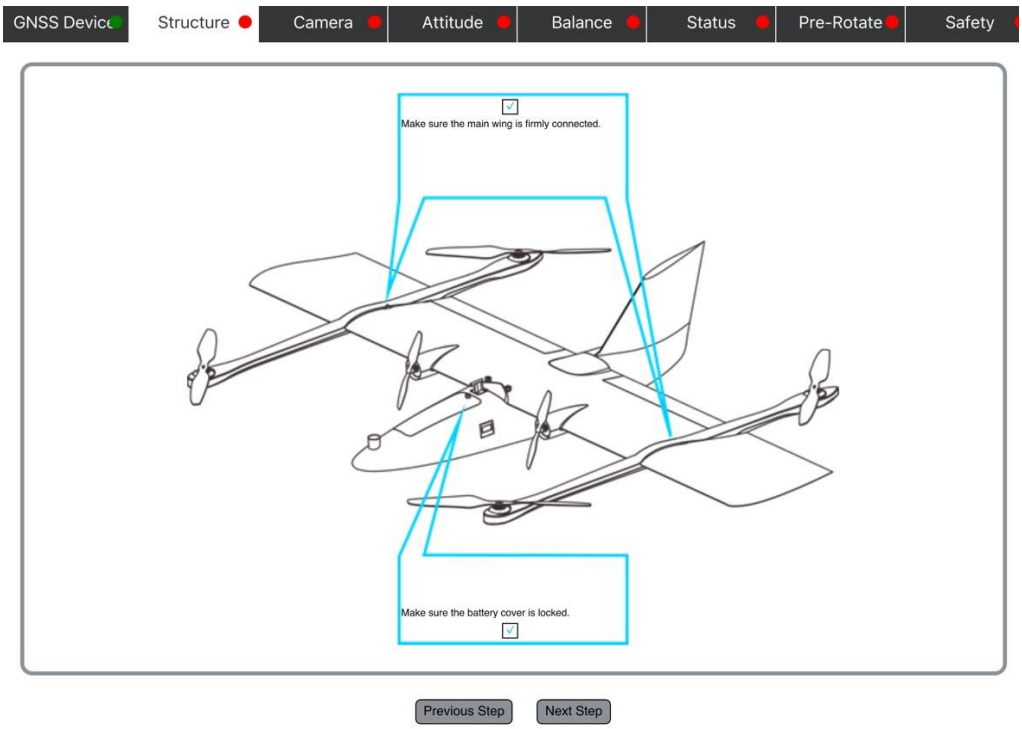
๓.๑.๙.๑ ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะและความพร้อมในการบิน (Flight Check) มีดังนี้

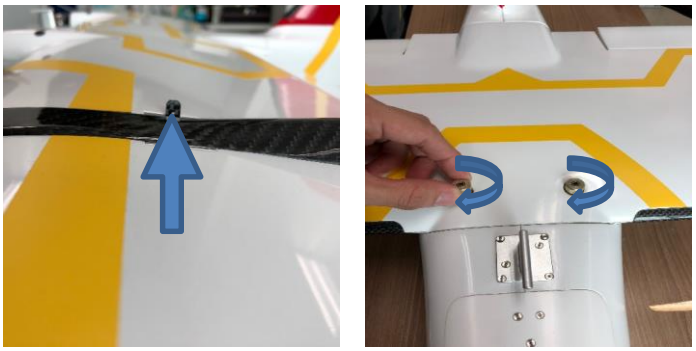
(๑) **GNSS Device** คือ การตรวจสอบสถานะและการตั้งค่าของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) หากทำตามขั้นตอนถูกต้องและครบถ้วนแล้ว ให้ทำเครื่องหมายถูกทุกช่องจากนั้นให้กด **Next Step** Next Step

แสดงการตรวจสอบ GNSS Device

แสดงการตั้งสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS)

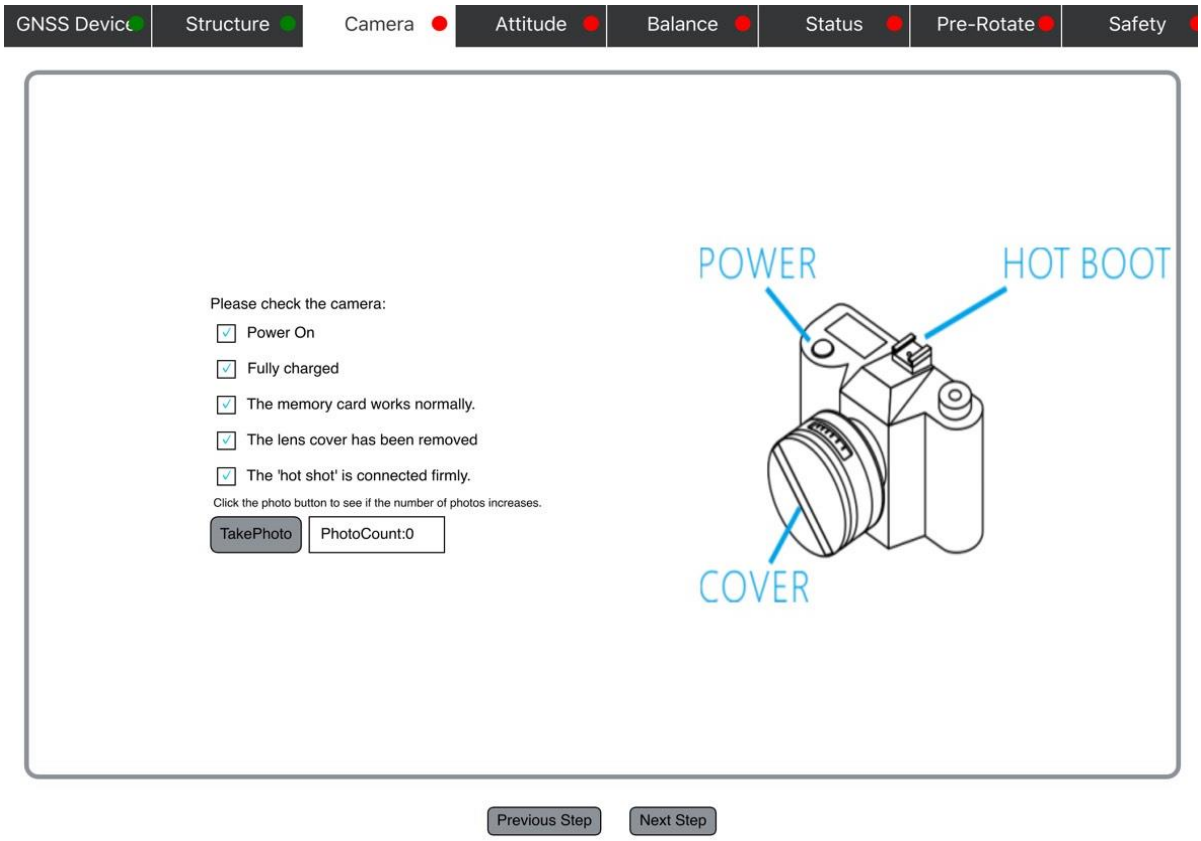
(๒) **Structure** คือ การตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ของอากาศยานฯ ว่าประกอบสมบูรณ์และไม่มีชิ้นส่วนใดหลุดหลวม เสร็จแล้วให้ทำเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นกดปุ่ม **Next Step** Next Step





แสดงการตรวจสอบ Structure

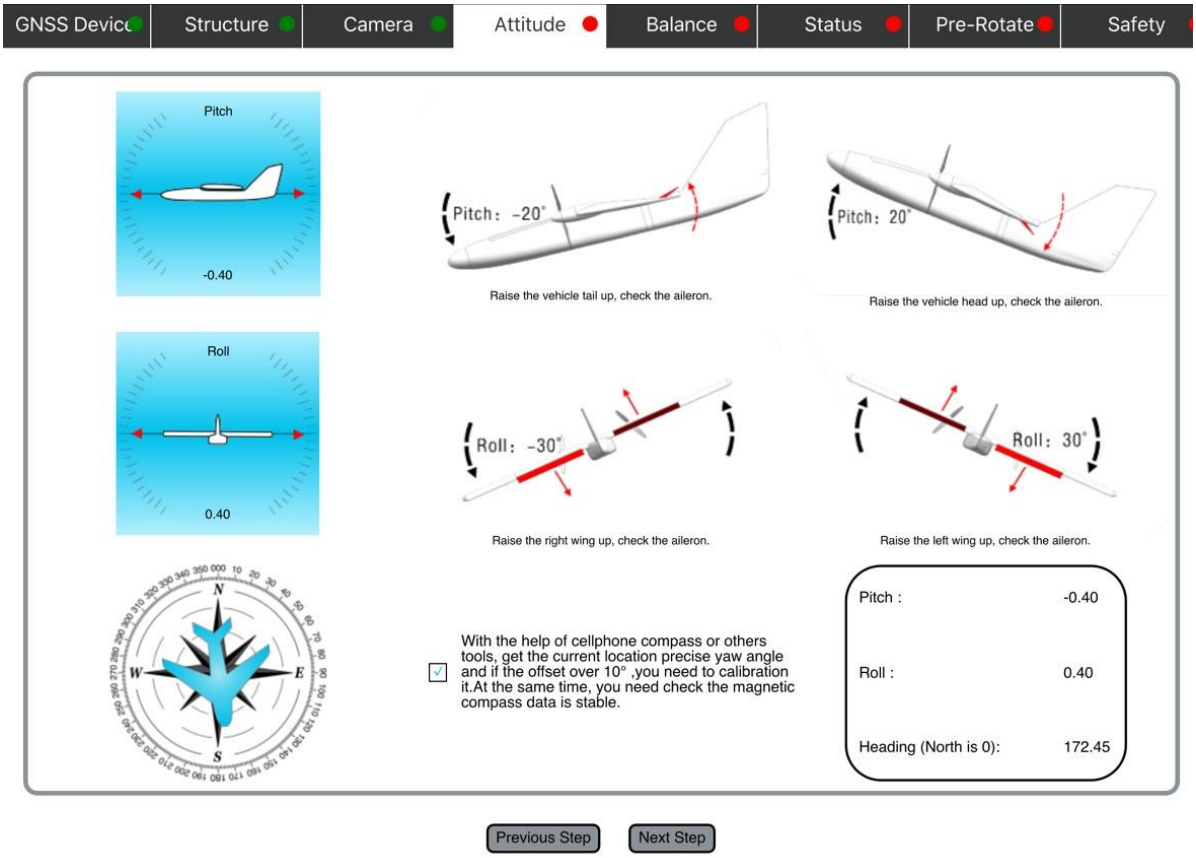
(๓) **Camera** คือ การตรวจสอบกล้องถ่ายภาพว่าอยู่ในสถานะพร้อมทำงานหรือไม่ โดยให้กด **Take Photo** TakePhoto เพื่อทดสอบการทำงานของกล้อง จากนั้นให้ทำเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วกด **Next Step** Next Step



แสดงการตรวจสอบ Camera (๑)

แสดงการตรวจสอบ Camera (2)

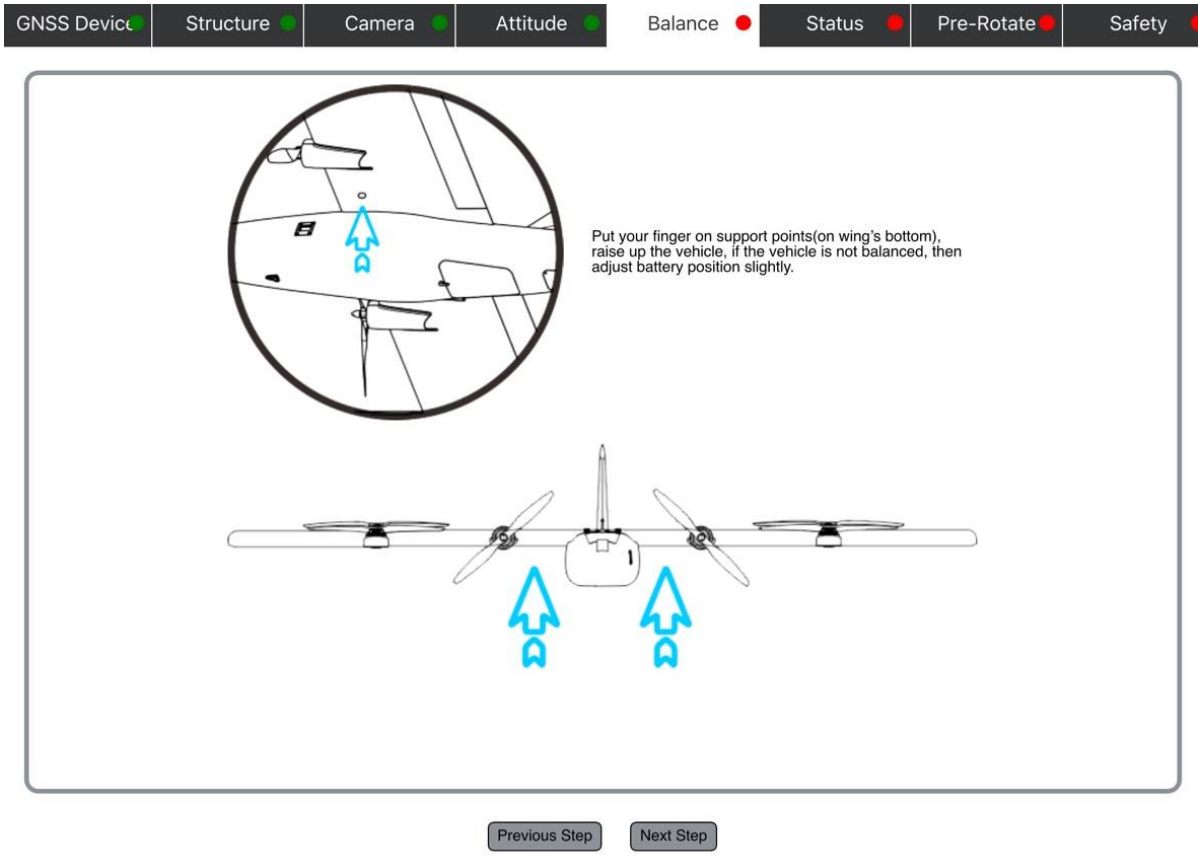
(๔) **Altitude** คือ การตรวจสอบ Sensor Pitch, Roll ของอากาศยานฯ โดยการจับตัวเครื่องอากาศยานฯ ให้มีทิศทางการเอียงของลำตัวให้มีองศาการเอียงเกินกว่าค่าที่กำหนดตามภาพทั้ง ๔ ภาพ จากนั้นกดปุ่ม **Next Step**



แสดงการตรวจสอบ Altitude

แสดงการตรวจสอบ Sensor Pitch, Roll ของอากาศยานฯ

(๕) **Balance** คือ การตรวจสอบความสมดุลด้านซ้ายและขวาของอากาศยานฯ โดยวางลำตัวอากาศยานฯ ให้ขนานกับพื้น จากนั้นกด **Next Step** Next Step



แสดงการตรวจสอบ Balance

แสดงการตรวจสอบ Balance

(๖) **Status** คือ การตรวจสอบสถานะต่างๆ ของอากาศยานฯ ดังนี้

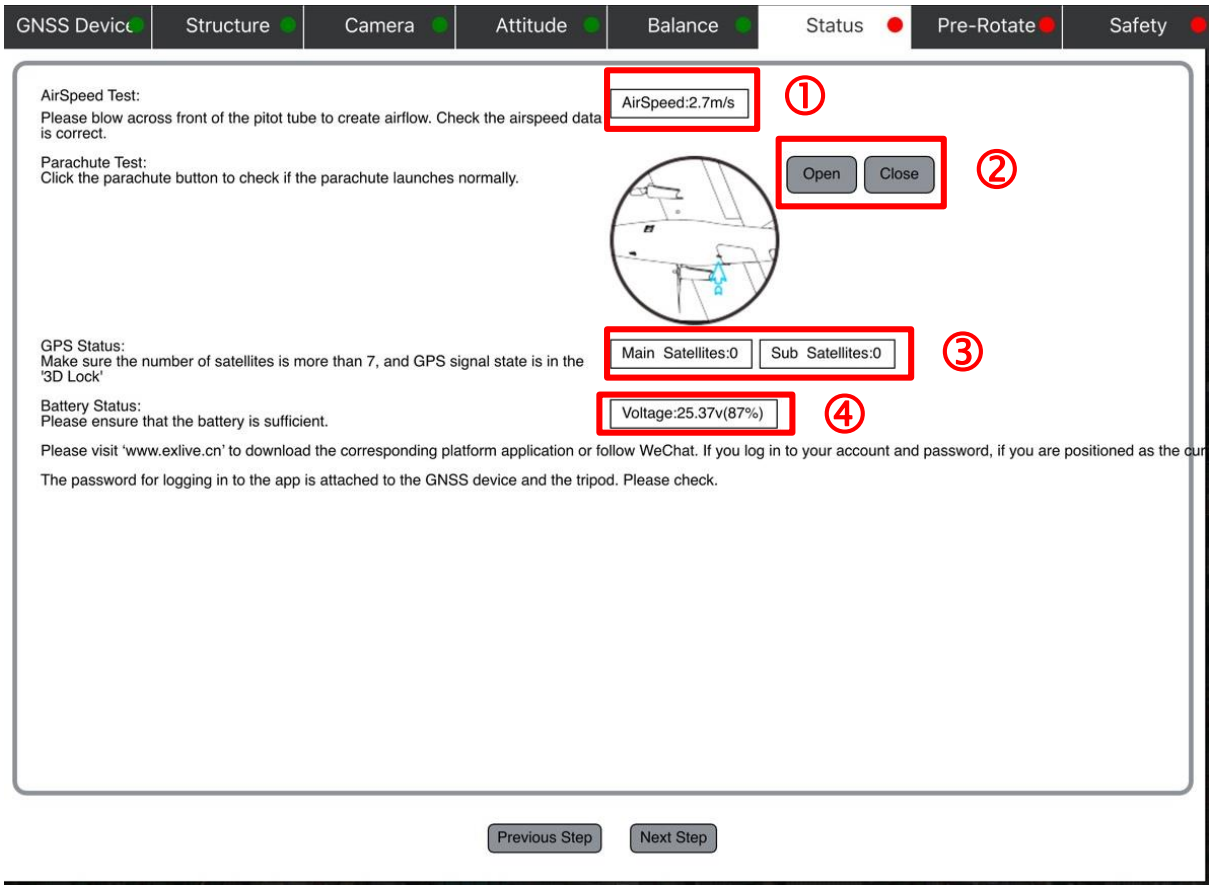
- **AirSpeed test** ตรวจสอบ Airspeed โดยใช้มือหรืออุปกรณ์ปิดช่อง Airspeed โดยอย่างน้อยจะต้องได้ค่าเท่ากับ ๒๐ m/s ตามข้อ ①

- **Parachute test** ตรวจสอบช่องเก็บร่มชูชีพโดยการเอามือป้องไว้แล้วลองกดเปิดและกดปิดช่องเก็บร่มชูชีพ ตามข้อ ②

- **GPS status** ตรวจสอบการรับสัญญาณดาวเทียม ต้องรับสัญญาณอย่างน้อย ๗ ดวงขึ้นไป ตามข้อ ③

- **Battery** ตรวจสอบปริมาณแบตเตอรี่ต้องมีมากกว่า ๖๐ เปอร์เซ็นต์ หรือแนะนำให้มีปริมาณแบตเตอรี่ ๙๐-๑๐๐ เปอร์เซ็นต์เพื่อความปลอดภัยในการทำการบิน ตามข้อ ④

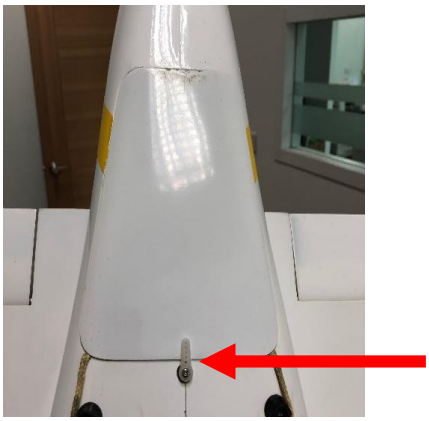
จากนั้นกด **Next Step**



แสดงการตรวจสอบ Status ต่างๆ

แสดงการตรวจสอบ Airspeed

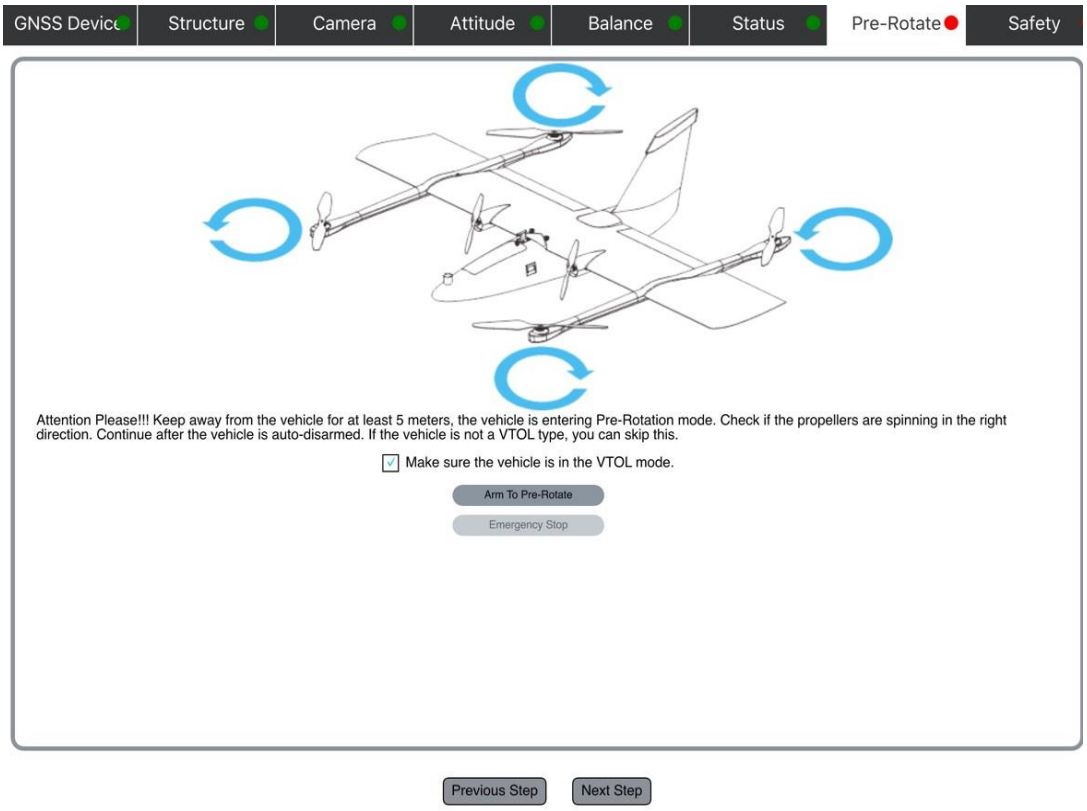
แสดงการตรวจสอบ Airspeed



แสดงการตรวจสอบช่องเก็บร่มชูชีพ

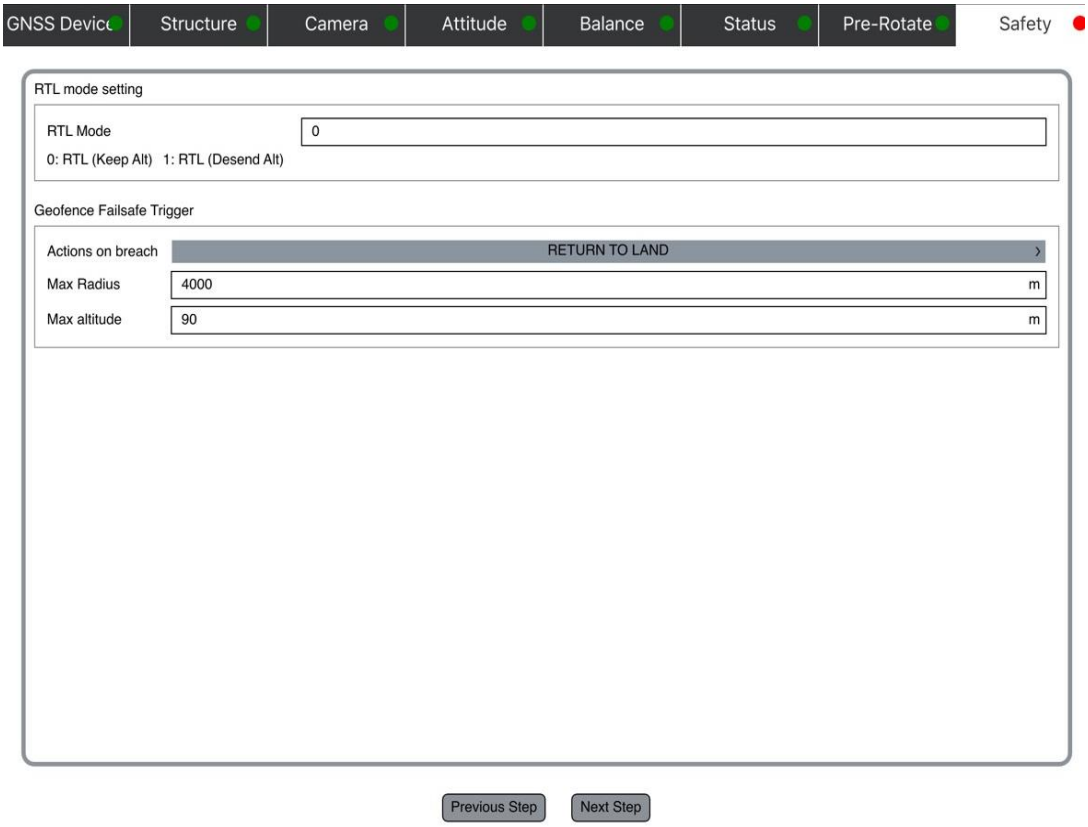
(๗) **Pre-Rotate** คือ การตรวจสอบการทำงานของใบพัด VTOL สำหรับการขึ้นลงแนวดิ่ง โดยทำเครื่องหมายถูกและกดที่ Arm to Pre-Rotate จากนั้นใบพัดทั้ง ๔ ด้านจะทำงานให้ผู้ใช้งานสังเกตเสียงและการทำงานของใบพัดว่าทำงานปกติหรือไม่ จากนั้นกด **Next Step**

หมายเหตุ : ควรยืนห่างจากตัวอากาศยานฯ อย่างน้อย ๕ เมตร



แสดงการตรวจสอบ Pre-Rotate

(๘) **Safety** คือ การตรวจสอบการตั้งค่าความปลอดภัย (Safety) ของอากาศยานฯ



แสดงการตั้งค่าความปลอดภัย (Safety)

ตัวอย่างการตั้งค่าความปลอดภัย (Safety) ดังนี้

RTL Mode : **๐** คือ RTL(Keep Alt) หรือ ให้อากาศยานฯ บินกลับมายังจุดปล่อย (RETURN TO LAND) แบบความสูงบินคงที่

Action on breach สามารถกำหนดได้ ๓ แบบ กรณีพบว่ามีความไม่ปลอดภัยต่ออากาศยานฯ ดังนี้

: **RETURN TO LAND** คือ ให้อากาศยานฯ บินกลับมายังจุดปล่อย (Home)

: **WARNING** คือ ให้อากาศยานฯ ส่งสัญญาณแจ้งเตือน

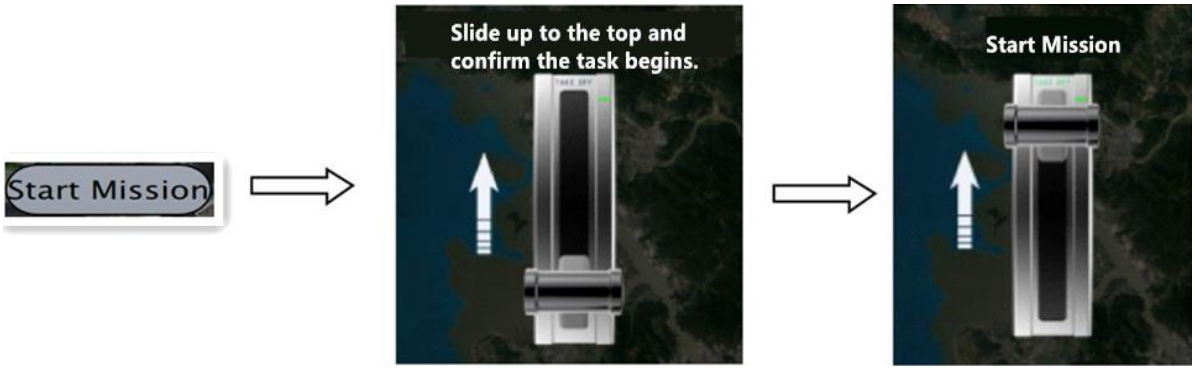
: **NONE** คือ ไม่กำหนดค่าใดๆ

Max Radius : **รัศมีจากจุดปล่อย** คือ กำหนดรัศมีในการบินของอากาศยานฯ ไม่ให้เกินค่าที่กำหนดไว้ หน่วยเป็นเมตร

Max altitude : **ความสูงจากจุดปล่อย** คือ กำหนดความสูงในการบินของอากาศยานฯ ไม่ให้เกินค่าที่กำหนดไว้ หน่วยเป็นเมตร

๓.๑.๙.๒ การทำการบิน

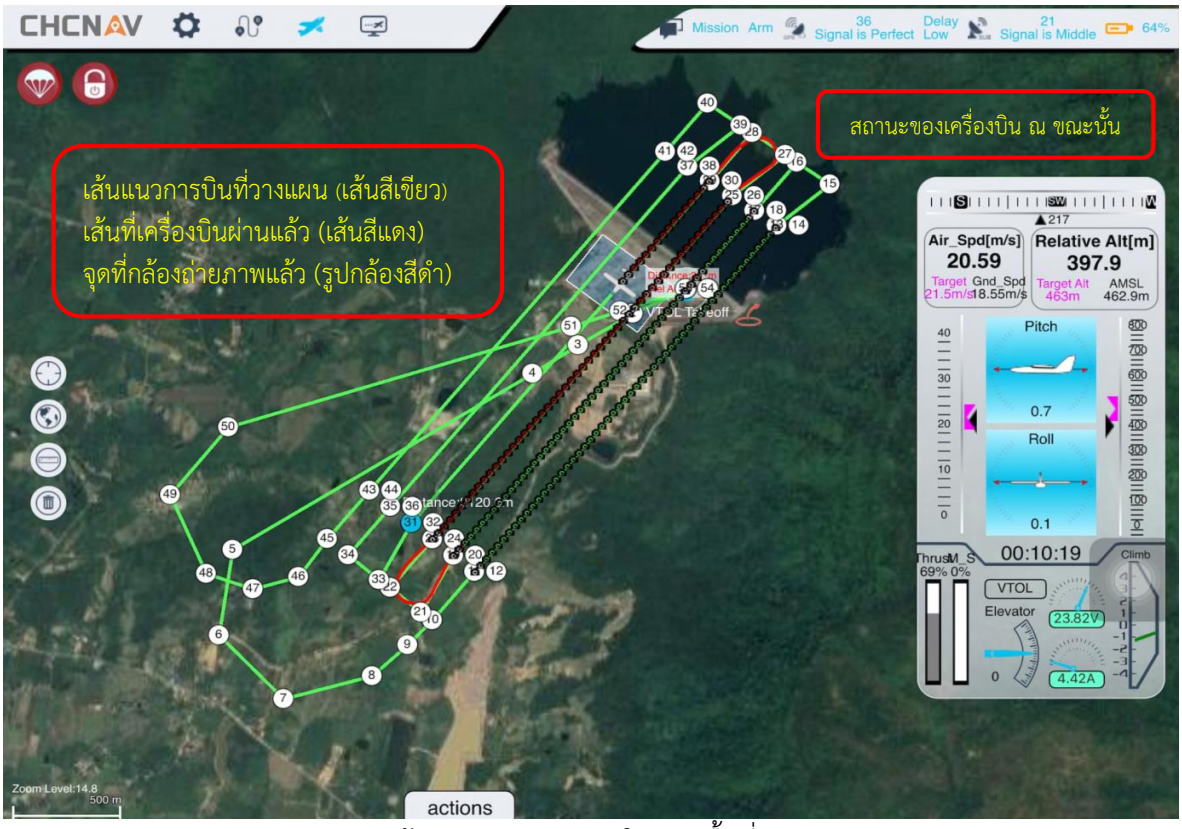
เริ่มทำการบินโดยกดที่ **Start Mission** โดยก่อนเริ่มทำการบินต้องมั่นใจว่าทำตามขั้นตอนต่างๆ อย่างครบถ้วนและถูกต้องแล้ว



แสดงการ Start Mission

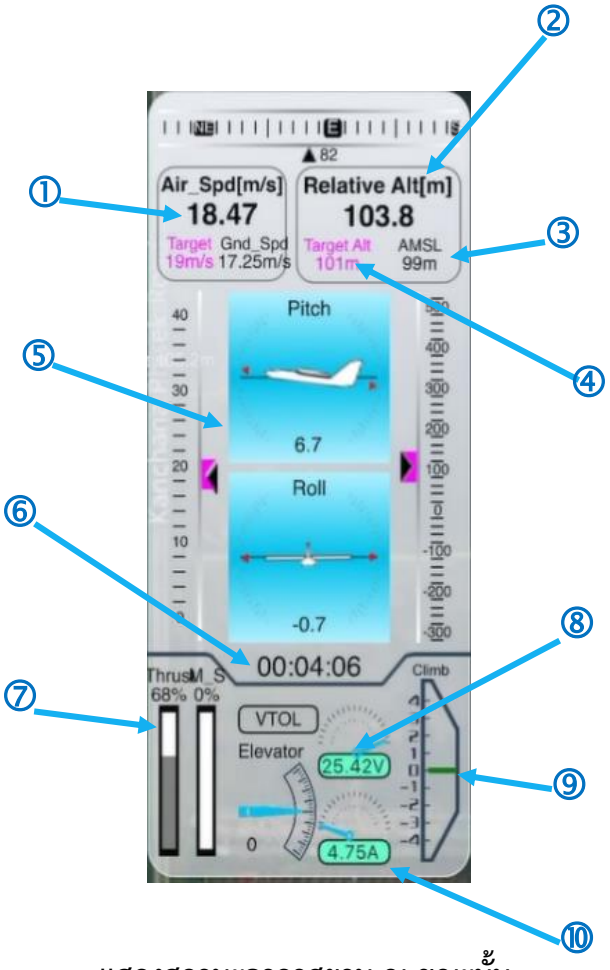
หลังจากกด **Start Mission** อากาศยานฯ จะไปยังตำแหน่งและเพิ่มระดับความสูงตามที่ผู้ใช้งานกำหนดในแต่ละ Waypoint ผู้ใช้งานจะต้องคอยสังเกตการทำงานของอากาศยานฯ โดยแบ่งเป็น ๒ ส่วนดังนี้

ส่วนที่ ๑ ส่วนพื้นที่บินสำรวจ ผู้ใช้งานจะต้องคอยสังเกตว่า อากาศยานฯ บินไปตามแนวการบินที่วางแผนตาม**เส้นสีเขียว**หรือไม่ โดยตำแหน่งของอากาศยานฯ ณ ขณะนั้น ดูได้จากสัญลักษณ์รูปเครื่องบิน ส่วนแนวบินที่อากาศยานฯ บินผ่านไปแล้ว จะปรากฏ**เส้นสีแดง** และ**รูปกล้องถ่ายรูปสีดำ** คือ จุดที่กล้องถ่ายภาพในพื้นที่สำรวจแล้ว



แสดงหน้าจอขณะทำการบินในส่วนพื้นที่บินสำรวจ

ส่วนที่ ๒ ส่วนสถานะอากาศยาน ณ ขณะนั้น มีส่วนประกอบที่ผู้ใช้งานจะต้องให้ความสำคัญ ในขณะทำการบิน ดังนี้



แสดงสถานะอากาศยาน ณ ขณะนั้น

① **Air_Spd [m/s]** คือ ความเร็วการบิน โดยปกติผู้ใช้งานจะต้องสังเกตความเร็วการบิน ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า ๒๐ m/s

② **Relative Alt [m]** คือ ความสูงของอากาศยานจากพื้นดิน ผู้ใช้จะต้องคอยสังเกตความสูงของอากาศยานฯ ในแต่ละ Waypoint ว่าเป็นไปตามที่วางแผนไว้หรือไม่

③ **AMSL** คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

④ **Target Alt** คือ เป้าหมายความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

⑤ **Sensor Pitch Roll** ของอากาศยานฯ โดยผู้ใช้งานจะต้องคอยสังเกตความเอียงด้านหน้า-หลัง และซ้าย-ขวา ของอากาศยานฯ ให้อากาศยานฯ มีความสมดุลตลอดระยะเวลาที่ทำการบินสำรวจ

⑥ เวลาที่ใช้ในการบิน ณ ขณะนั้น

⑦ การบริโภคพลังงานของอากาศยานฯ

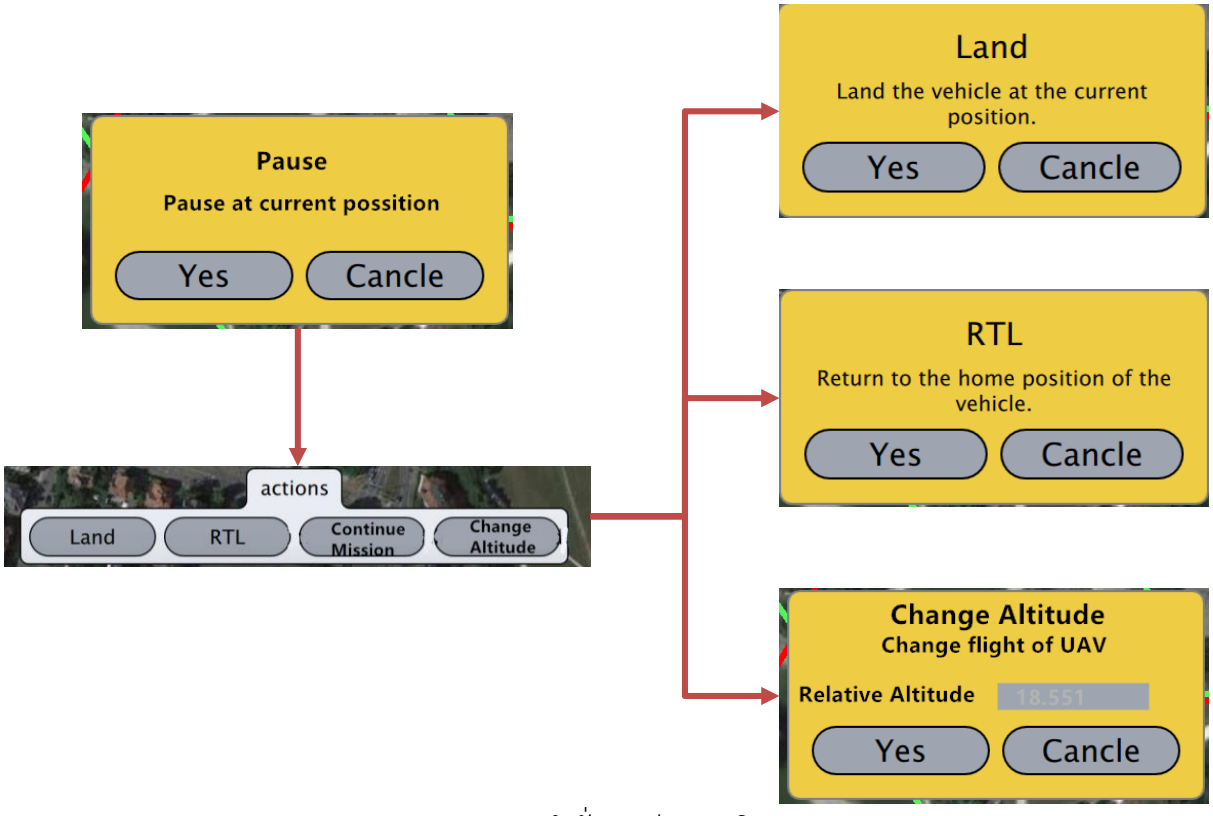
⑧ แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ ถ้าแบตเตอรี่เต็มจะมีค่าประมาณ ๒๖.๑ V

⑨ การไต่ระดับของอากาศยานฯ

⑩ การกินกระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่

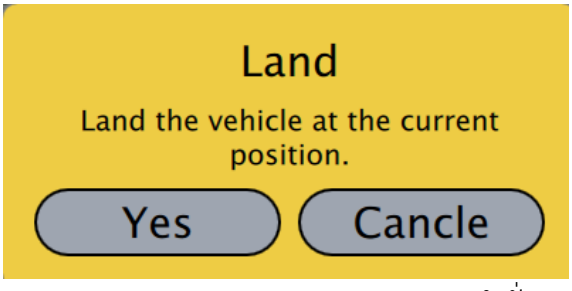
แสดงภาพขณะเริ่มทำการบิน

ในกรณีที่เกิดความผิดปกติหรือมีความไม่ปลอดภัยของอากาศยานฯ ผู้ใช้งานสามารถใช้คำสั่งระหว่างการบินต่างๆ โดยการกด **actions** ที่ปรากฏที่ด้านล่างของหน้าจอ และสามารถเลือกคำสั่งต่างๆ ตามภาพด้านล่าง



แสดงคำสั่งระหว่างการบิน

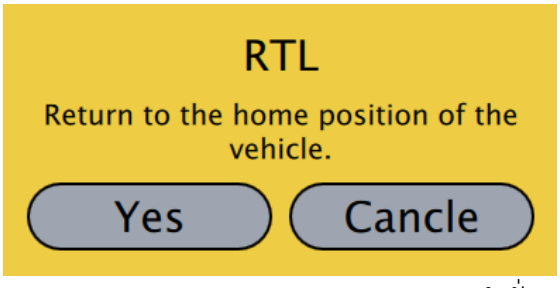
คำอธิบายคำสั่งระหว่างการบิน ดังนี้



Land คือ คำสั่งให้อากาศยานฯ ลงจอดทันที

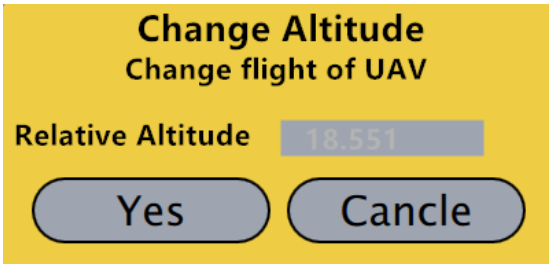
หมายเหตุ : ผู้ใช้งานจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าพื้นที่ที่จะให้อากาศยานฯ ลงจอด มีความปลอดภัยไม่เกิดความเสียหายกับตัวเครื่อง

แสดงคำสั่งระหว่างการบิน Land

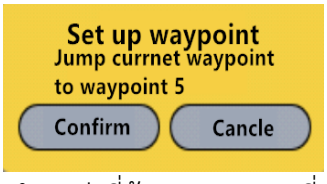


RTL คือ ให้อากาศยานฯ กลับมาลงจอดยังจุดปล่อย (Home)

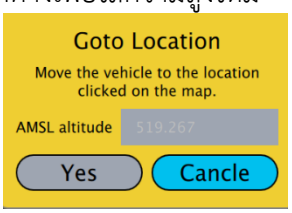
แสดงคำสั่งระหว่างการบิน RTL



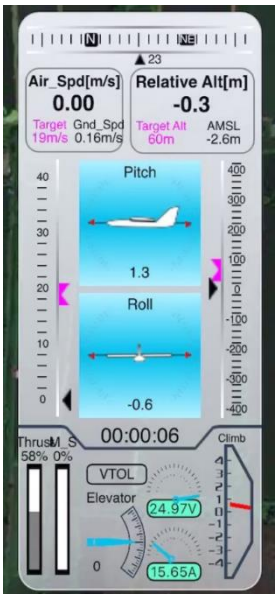
Change Altitude คือ การเปลี่ยนจุดลงจอดของอากาศยานฯ ทำได้โดยการคลิกตำแหน่งที่ต้องการบนแผนที่จุดใดก็ได้ หรือคลิก Waypoint ที่ต้องการจะให้อากาศยานฯ บินไป เช่น



หลังจากคลิกตำแหน่งที่ต้องการบนแผนที่จุดใดก็ได้ จะปรากฏหน้าต่างเพื่อใส่ความสูงใหม่



แสดงคำสั่งระหว่างการบิน Change Altitude



คำแนะนำเพิ่มเติม

ความสูงอ้างอิงจุดเริ่มต้น เนื่องจากความสูงจากระดับน้ำทะเลที่จุดปล่อย (Home) ได้จากการวัดความกดอากาศจาก Barometer บนตัวอากาศยานฯ ค่าความสูงอาจจะไม่คงที่ในระยะแรกที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้ง ๓ ส่วน ดังนั้นหลังจากเชื่อมต่อให้รอจนค่า AMSL นิ่ง ซึ่งใช้เวลาประมาณ ๕ นาที แล้วค่อยนำค่าไปใช้ในการวางแผนการบินต่อไป

๓.๒ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ เป็นอากาศยานขึ้นลงแนวดิ่งอาศัยการหมุนของใบพัดในการขึ้นลงและขับเคลื่อนไปในทิศทางต่างๆ ประกอบด้วยใบพัด จำนวน ๔ ใบพัด โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ ๑๐-๒๐ นาที

แสดงอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

อุปกรณ์หลักสำหรับการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom4 Pro V.๒ แบ่งออกเป็น ๒ ส่วน ดังนี้

(๑) ตัวเครื่องอากาศยาน (Platform) เป็นโครงของอากาศยานฯ ที่ผลิตจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรง มีระบบควบคุมการบิน (AutoPilot) ระบบนำร่อง (GPS) แบตเตอรี่ ขากล้อง Gimbal ระบบรับรู้การทรงตัว รวมไปถึงกล้องถ่ายภาพและเซนเซอร์ (Camera and Sensor) ที่เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลภาพถ่าย

(๒) อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และอุปกรณ์แสดงผล ได้แก่ แท็บเล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) เพื่อใช้ในการติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO๔” เพื่อใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์และตั้งค่าการทำงานของอากาศยาน “Pix๔D” สำหรับวางแผนการบินและการบินถ่ายภาพ

ในส่วนหลักการทำงานของอากาศยานฯ เริ่มจากเชื่อมต่อตัวเครื่องอากาศยาน (Platform) กับอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) ผ่านแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO๔” ที่ได้ดาวน์โหลดติดตั้งในอุปกรณ์แสดงผลที่เชื่อมต่อสายสัญญาณ USB กับอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบสถานะความพร้อมในการทำงานและการตั้งค่าการทำงานของอากาศยาน

๓.๒.๑ ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

๓.๒.๑.๑ เครื่องอากาศยาน (Platform) ประกอบด้วย

(๑) กล้องถ่ายภาพพร้อมขากล้อง Gimbal

(๒) ไฟ LED แสดงด้านหน้า

(๓) ใบพัด

(๔) ระบบนำร่อง (GPS)

(๕) มอเตอร์

(๖) ตัวตรวจจับวัตถุหรือเซนเซอร์ด้านหน้า

(๗) แบตเตอรี่

(๘) ไฟ LED บอกสถานะเครื่อง

(๙) ตัวตรวจจับวัตถุหรือเซนเซอร์ด้านหลัง

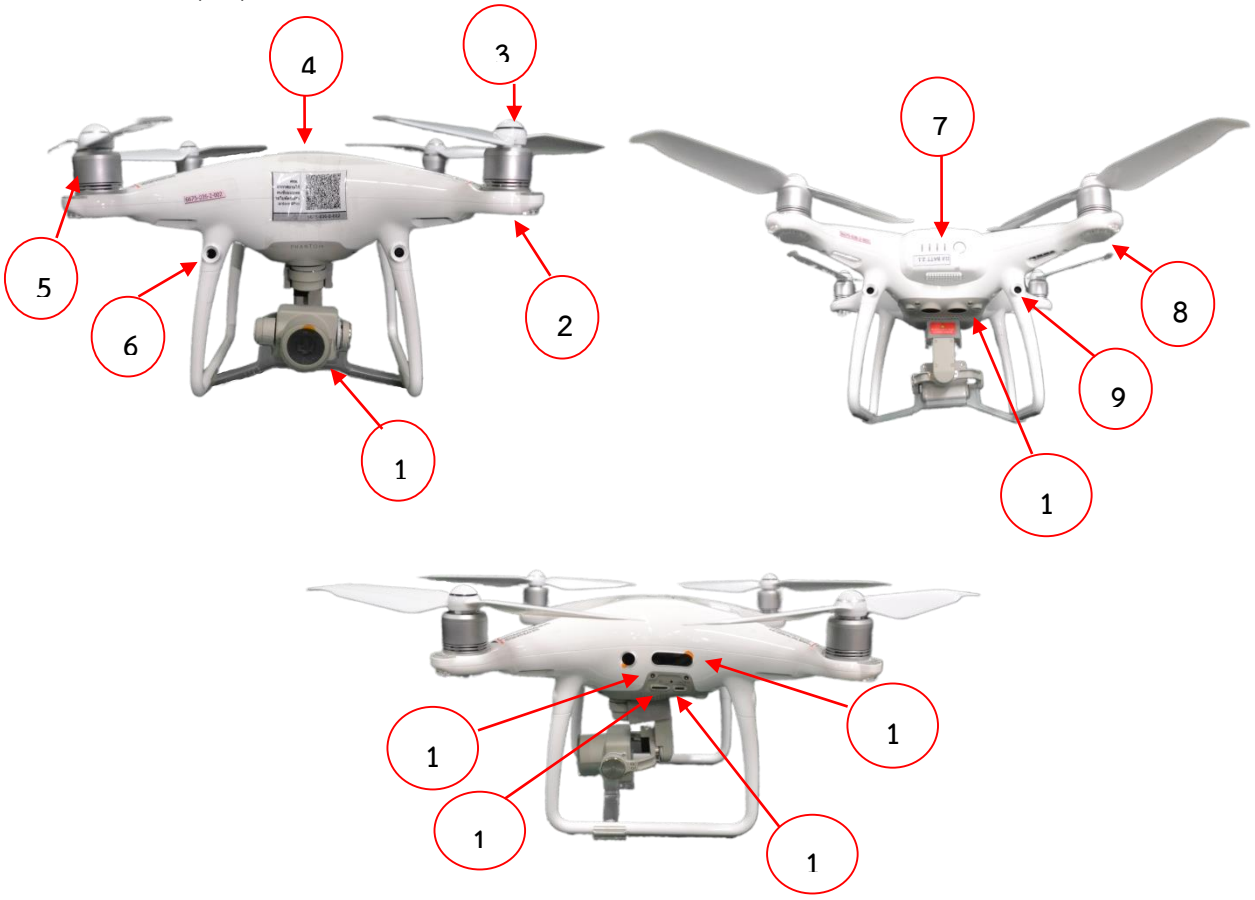
(๑๐) ตัวตรวจจับวัตถุหรือเซนเซอร์ด้านล่าง

(๑๑) ระบบรับสัญญาณอินฟาเรด

(๑๒) ไฟสถานการณ์เชื่อมต่อและปุ่มลิงค์

(๑๓) ช่องต่อ USB Micro

(๑๔) ช่องเสียบหน่วยบันทึกความจำแบบ MicroSD Card



แสดงส่วนประกอบในส่วนเครื่องอากาศยาน (Platform) ของอากาศยานฯ
ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

๓.๒.๑.๒ อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ประกอบด้วย

(ก) อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) ได้แก่

(๑) คันบังคับ

(๒) ปุ่มเปิด/ปิด อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

(๓) ไฟ LED แสดงสถานะอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

(๔) ไฟ LED แสดงระดับแบตเตอรี่อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

(๕) ปุ่มกลับ (RTH)

(๖) เสาอากาศ

(๗) ที่ยึดอุปกรณ์แสดงผล

(๘) ช่องเสียบชาร์จไฟ

(๙) ปุ่มหยุดการบินอัจฉริยะ

(๑๐) ปุ่มหมุนการกำหนดค่ากล้อง

(๑๑) ช่องเชื่อมต่อ USB

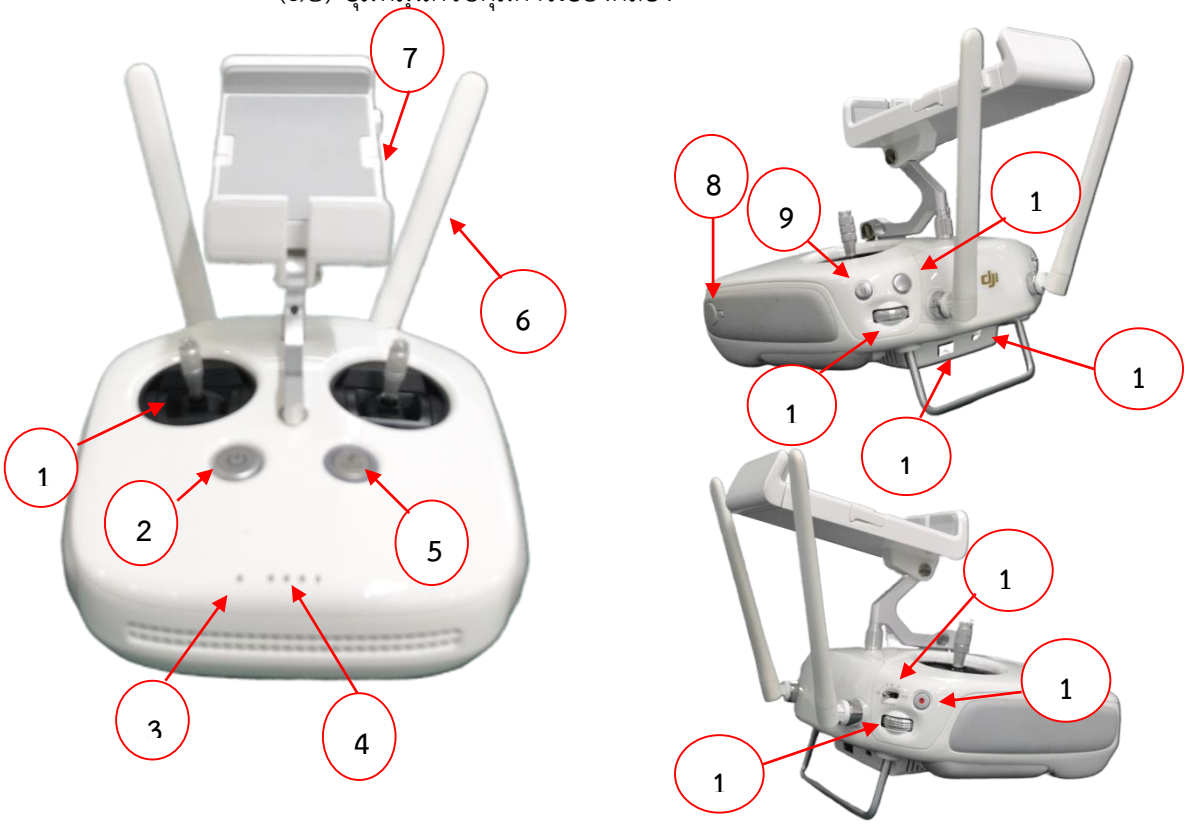
(๑๒) ช่องเชื่อมต่อ USB Micro

(๑๓) ปุ่มบันทึกภาพ

(๑๔) สวิตซ์เลือกโหมดการบิน

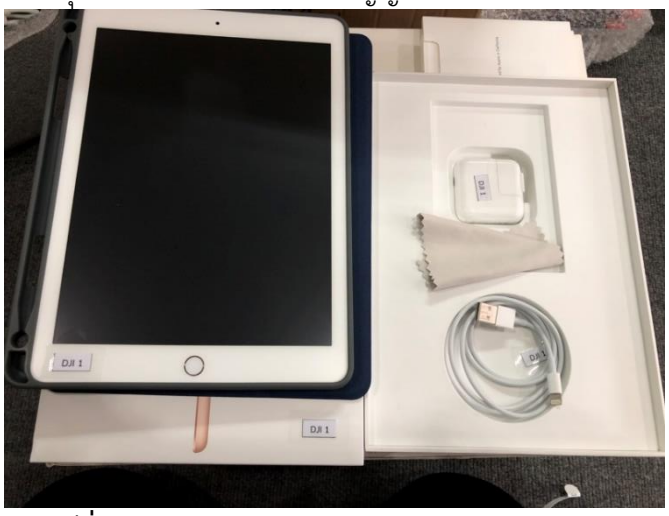
(๑๕) ปุ่มบังคับกล้อง

(๑๖) ปุ่มหมุนควบคุมการเอียงกล้อง



แสดงส่วนประกอบในส่วนอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)
ของอากาศยานฯ ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

(ข) อุปกรณ์แสดงผล ได้แก่ แท็บเล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) ในที่นี้ใช้ แท็บเล็ต (Tablet) ยี่ห้อ iPad รุ่น ๙.๗ นิ้วความจุ ๑๒๘ GB/WiFi + Cellular พร้อมอุปกรณ์ชาร์ตไฟ และสายสัญญาณ USB



๓.๒.๑.๓ อุปกรณ์อื่นๆ

(ก) เครื่องประจุไฟฟ้า ประกอบด้วย แท่นชาร์ตประจุไฟ, Adapter Battery Charger, สายไฟสำหรับ Adapter Battery Charger

(ข) หน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card

(ค) กระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์อากาศยานไร้คนขับแบบหลายใบพัด (Multi Rotors) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

๓.๒.๒ คุณสมบัติของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

- ข้อมูลจำเพาะส่วน ตัวเครื่องอากาศยาน (Platform)

Specifications (คุณสมบัติ)	Multirotor UAV ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒
น้ำหนัก (รวมแบตเตอรี่และใบพัด)	๑.๓๘๐ กิโลกรัม
ความเร็วบินขึ้นสูงสุด	๕ เมตร/วินาที (P-mode) ๖ เมตร/วินาที (S-mode)
ความเร็วบินลงสูงสุด	๓ เมตร/วินาที (P-mode) ๔ เมตร/วินาที (S-mode)
ความเร็วบินสูงสุด	๓๑ เมตร/วินาที (P-mode) ๓๖ เมตร/วินาที (A-mode) ๔๕ เมตร/วินาที (S-mode)
บินได้ระยะทางมากที่สุด (ในรัศมีควบคุม)	๖๐๐๐ เมตร
ต้านลมที่มีความเร็ว	ไม่เกิน ๑๐ เมตร/วินาที
ระยะเวลาบินสูงสุด	๒๘ นาที โดยประมาณ
อุณหภูมิที่ทำงานได้	๐ ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส
ดาวเทียมที่รับสัญญาณ	GPS และ GLONASS
เซนเซอร์กันชน	ด้านหน้า ด้านหลังและด้านล่าง
ระยะเซนเซอร์	๐ ถึง ๑๐ เมตร

- ข้อมูลจำเพาะส่วน อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

Specifications (คุณสมบัติ)	Multirotor UAV ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒
ใช้งานคลื่นวิทยุ ความถี่	๒.๔๐๐ ถึง ๒.๔๘๓ GHz และ๕.๗๒๕ ถึง ๕.๘๒๕ GHz
ระยะการรับส่งสัญญาณ	๗ กิโลเมตร (FCC)
อุณหภูมิที่ทำงานได้	๐ ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส
ช่องนำเสนอข้อมูล	USB
อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อได้	แท็บเล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone)

- ข้อมูลจำเพาะส่วนกล้องถ่ายภาพ

Specifications (คุณสมบัติ)	Multirotor UAV ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒
เซนเซอร์	๑/๒.๓ นิ้ว
ความละเอียดภาพ	๑๒.๔ ล้านพิกเซล
เลนส์	
ค่า ISO	๑๐๐ ถึง ๓๒๐๐ (วีดีโอ) ๑๐๐-๑๖๐๐ (ภาพ)
Shutter speed	๘ ถึง ๑/๘๐๐๐
ขนาดภาพ	๔๐๐๐*๓๐๐๐
คุณภาพการบันทึกวีดีโอ	UHD: ๔๐๙๖×๒๑๖๐ (๔K) ๒๔ / ๒๕p ๓๘๔๐×๒๑๖๐ (๔K) ๒๔ / ๒๕ / ๓๐p ๒๗๐๔×๑๕๒๐ (๒.๗K) ๒๔ / ๒๕ / ๓๐p FHD: ๑๙๒๐×๑๐๘๐ ๒๔ / ๒๕ / ๓๐ / ๔๘ / ๕๐ / ๖๐ / ๑๒๐p HD: ๑๒๘๐×๗๒๐ ๒๔ / ๒๕ / ๓๐ / ๔๘ / ๕๐ / ๖๐p
Video Bitrate	๖๐ Mbps
ชนิดของไฟล์ภาพ	JPEG, DNG(RAW)
ชนิดของไฟล์วีดีโอ	MP๔, MOV
ส่วนบันทึกข้อมูล	Micro SD สูงสุด ๖๔ GB

๓.๒.๓ ขั้นตอนการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

ขั้นตอนการทำงานของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ สรุปได้ดังนี้

(๑) ประกอบอากาศยานฯ โดยการติดตั้งใบพัดจำนวน 4 ใบพัด และติดตั้งแบตเตอรี่ของอากาศยานฯ ที่ได้ชาร์จเต็มไว้แล้ว

(๒) เชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) กับอุปกรณ์แสดงผล เช่น แท็บเล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) ด้วยสายสัญญาณ USB

(๓) เชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) กับอากาศยานฯ ด้วยแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4” ที่ได้ดาวน์โหลดติดตั้งในอุปกรณ์แสดงผล

(๔) ทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) อากาศยานฯ และตรวจสอบสถานะและตั้งค่าต่างๆ ของอากาศยานฯ เพื่อเตรียมความพร้อมในการบิน

(๕) วางแผนการบิน (Flight plan) เพื่อกำหนดพื้นที่ในการบินสำรวจ ตั้งค่าสำหรับการบินและนำเข้าแผนการบิน (Upload Flight plan) เข้าอากาศยานฯ ด้วยแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”

(๖) ทำการตรวจสอบสถานะและความพร้อมในการบิน (Pre-flight check) ก่อนขึ้นบินทุกครั้ง

(๗) ทำการบินตามแผนการบินที่วางไว้ โดยระหว่างที่ทำการบิน ผู้ใช้งานจะต้องคอยสังเกตการทำงานและสถานะต่างๆ ของอากาศยานฯ อยู่เสมอ หากเกิดความผิดปกติจะได้ตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาได้ทันที

(๘) นำข้อมูลภาพถ่ายออกจากหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ที่ช่องเสียบหน่วยบันทึกความจำที่ตัวอากาศยานฯ เพื่อเตรียมสำหรับการประมวลผล

(๙) ประมวลผลข้อมูลภาพถ่าย ด้วยโปรแกรม Pix4Dmapper เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ภาพถ่ายในรูปแบบภาพออร์โธสีเชิงเลข (Geotiff File)

๓.๒.๔ การเตรียมและประกอบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

๓.๒.๔.๑ การประกอบใบพัด

ประกอบใบพัดเข้ากับมอเตอร์ โดยการกดใบพัดลงบนมอเตอร์ แล้วทำการหมุนตามลูกศรที่ปรากฏบนมอเตอร์ จนกระทั่งใบพัดล็อก

ข้อสังเกต : จะต้องประกอบใบพัดที่มีขอบสีดำเข้ากับมอเตอร์ที่มีจุดสีดำ และประกอบใบพัดที่มีขอบสีเทาเข้ากับมอเตอร์ที่มีจุดสีเทาเท่านั้น

แสดงการประกอบใบพัด

๓.๒.๔.๒ การติดตั้งแบตเตอรี่, ตรวจสอบและการชาร์จแบตเตอรี่

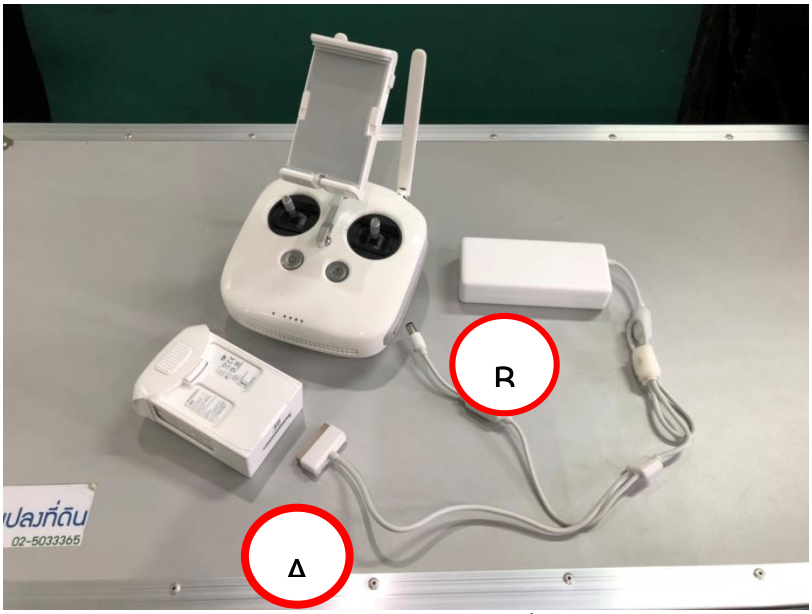
- ติดตั้งแบตเตอรี่โดยการใส่แบตเตอรี่ที่ช่องใส่แบตเตอรี่ ถ้าใส่ถูกทิศทางสลักจะล็อก

แสดงการติดตั้งแบตเตอรี่

- ตรวจสอบแบตเตอรี่ โดยการกดปุ่ม ๑ ครั้ง เพื่อตรวจสอบระดับแบตเตอรี่ โดยระดับไฟแสดงสีเขียว ๔ ขีด หมายถึงระดับแบตเตอรี่อยู่ที่ ๗๕-๑๐๐ เปอร์เซ็นต์

แสดงการตรวจสอบแบตเตอรี่

- ชาร์จแบตเตอรี่ โดยการเสียบแบตเตอรี่กับสายตามข้อ A ของ Adapter Battery Charger ตามภาพด้านล่าง โดยใช้เวลาประมาณ ๑ ชั่วโมง ๒๐ นาที



แสดงการชาร์จแบตเตอรี่

๓.๒.๕ การเตรียมอุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller)

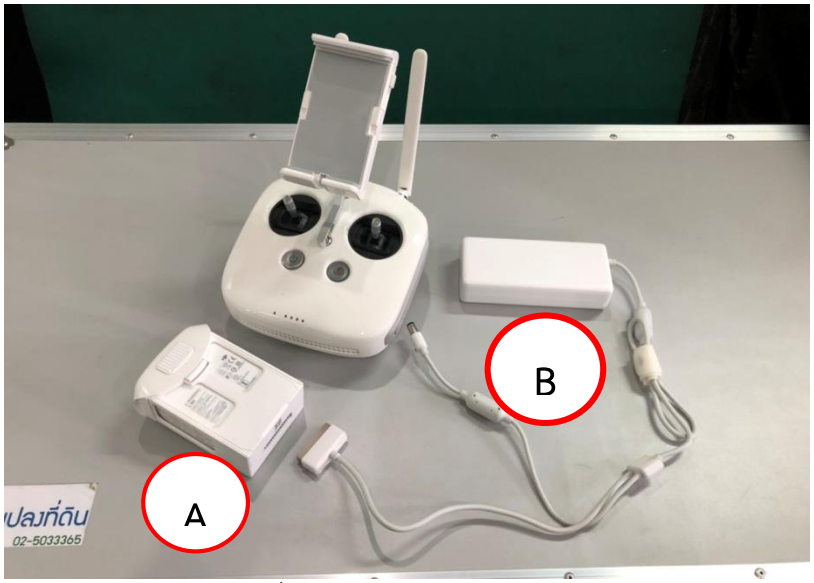
อุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และอุปกรณ์แสดงผล ได้แก่ แท็บเล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) เพื่อใช้ในการติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4” สำหรับใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์และตั้งค่าการทำงานของอากาศยานฯ และ “Pix4D” สำหรับวางแผนการบินและการบินถ่ายภาพ

๓.๒.๕.๑ การตรวจสอบและชาร์จแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

- ตรวจสอบแบตเตอรี่ โดยการกดปุ่มเปิด/ปิด เครื่อง ที่อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) ๑ ครั้ง เพื่อตรวจสอบระดับแบตเตอรี่ โดยระดับไฟแสดงสีเขียว ๔ ขีด หมายถึง ระดับแบตเตอรี่อยู่ที่ ๗๕ – ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์

แสดงการตรวจสอบแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

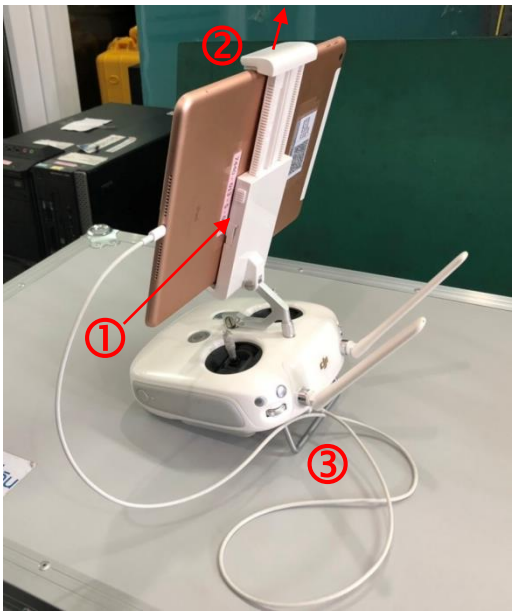
- ชาร์จแบตเตอรี่ โดยการเสียบแบตเตอรี่กับสายตามข้อ B ของ Adapter Battery Charger ภาพด้านล่าง



แสดงการชาร์จแบตเตอรี่อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

๓.๒.๕.๒ การประกอบอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และอุปกรณ์แสดงผล

- เปิดเสารับสัญญาณทั้ง ๒ ข้างของอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)
- เปิดที่ที่ยึดอุปกรณ์แสดงผลของอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) พร้อมทั้งกดปุ่มด้านข้างของที่ยึด เพื่อปล่อยที่ยึดหน้าจออุปกรณ์แสดงผล
- วางอุปกรณ์แสดงผล แล้วทำการกดปุ่มด้านข้างของที่ยึดให้กระชับกับอุปกรณ์
- เชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และอุปกรณ์แสดงผล ด้วยสาย USB



แสดงการเตรียมอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

๓.๒.๕.๓ การตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และการใช้งานเบื้องต้น

- การตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) เพื่อใช้สำหรับการบังคับอากาศยานฯ แบ่งออกเป็น ๓ โหมด ดังนี้

แสดงการตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control)

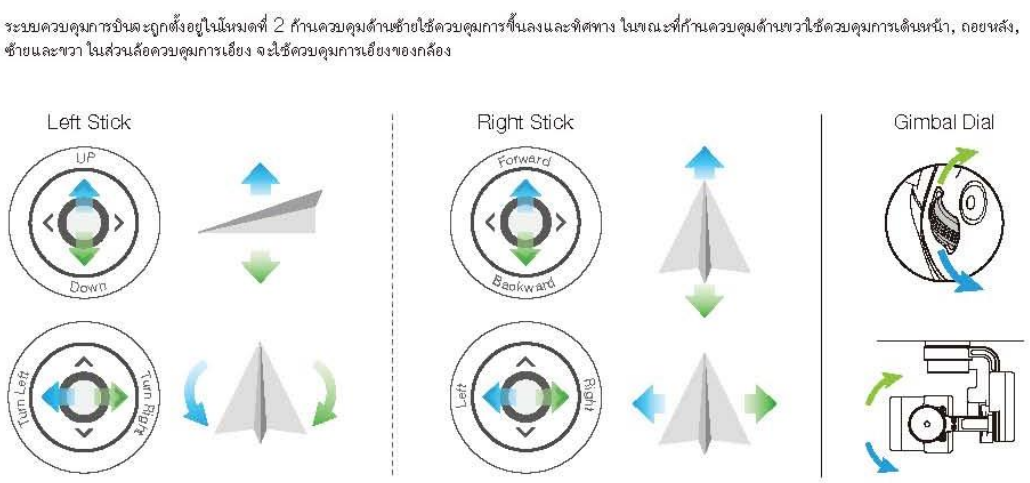
(๑.) โหมด P (Positioning mode) อากาศยานฯ จะรักษาตำแหน่งทางราบและความสูงให้อยู่นิ่ง เหมาะสำหรับผู้ใช้งานมือใหม่

(๒.) โหมด A (Attitude mode) อากาศยานฯ จะรักษาระดับความสูงบินให้อยู่ระดับเดิม แต่ตำแหน่งทางราบจะไม่คงเดิม เช่น หากมีลมพัด อากาศยานฯ จะลอยไปตามลม

(๓.) โหมด S (Sport mode) อากาศยานฯ จะไม่รักษาทั้งตำแหน่งในทางราบและระดับความสูง เป็นโหมดสำหรับผู้ใช้งานที่มีความชำนาญ สามารถควบคุมอากาศยานฯ ได้คล่องแคล่ว

- การใช้งานเบื้องต้น ได้แก่

ระบบควบคุมการบินจะถูกตั้งอยู่ในโหมดที่ ๒ ก้านควบคุมด้านซ้ายใช้ควบคุมการขึ้นลงและหมุนตัวซ้าย-ขวาในแนวระดับ ในขณะที่ก้านควบคุมด้านขวาใช้ควบคุมการเคลื่อนตัวเดินหน้า, ถอยหลัง ซ้ายและขวา ในส่วนปุ่มหมุนควบคุมการเอียง จะใช้ควบคุมการเอียงของกล้อง



แสดงการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) เบื้องต้น

ที่มา http://cste.sut.ac.th/miscste/company/manual/Phantom4userquid_thai.PDF

การบังคับขึ้นบิน ทำได้โดยการดันแกนควบคุมเข้าหากันหรือแยกออกจากกัน เพื่อทำการสตาร์ทมอเตอร์ จากนั้นดันแกนควบคุมด้านซ้ายขึ้นช้าๆ เป็นการบินขึ้น

การบังคับลงจอด ดันแกนควบคุมด้านซ้ายลงช้าๆ จนกระทั่งอากาศยานฯ ลงถึงพื้นแล้วทำการหยุดการทำงานของมอเตอร์

แสดงขั้นตอนการบังคับขึ้นบิน และการบังคับลงจอด

ที่มา http://cste.sut.ac.th/miscste/company/manual/Phantom4userquid_thai.PDF

ข้อควรระวัง

- การหมุนแกนบังคับเป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ และไม่ควรสตาร์ทมอเตอร์เมื่อมีคนอยู่ใกล้ๆ
- ถืออุปกรณ์ควบคุมทุกครั้งเมื่อมอเตอร์ทำงาน
- การหยุดการทำงานมอเตอร์ระหว่างบินให้ดึงแกนบังคับด้านซ้ายลงมาที่มุมแล้ว

กดปุ่ม RTH ใช้ในกรณีฉุกเฉินเท่านั้น เมื่อหยุดการทำงานแล้วมอเตอร์จะหยุดการทำงานทันทีไม่ว่ากรณีใด ๆ อาจทำให้เกิดความเสียหายกับตัวอากาศยานฯ ได้

ที่มา http://cste.sut.ac.th/miscste/company/manual/Phantom4userquid_thai.PDF

๓.๒.๖ การติดตั้งแอปพลิเคชัน (Application) สำหรับการบินสำรวจบนอุปกรณ์แสดงผล

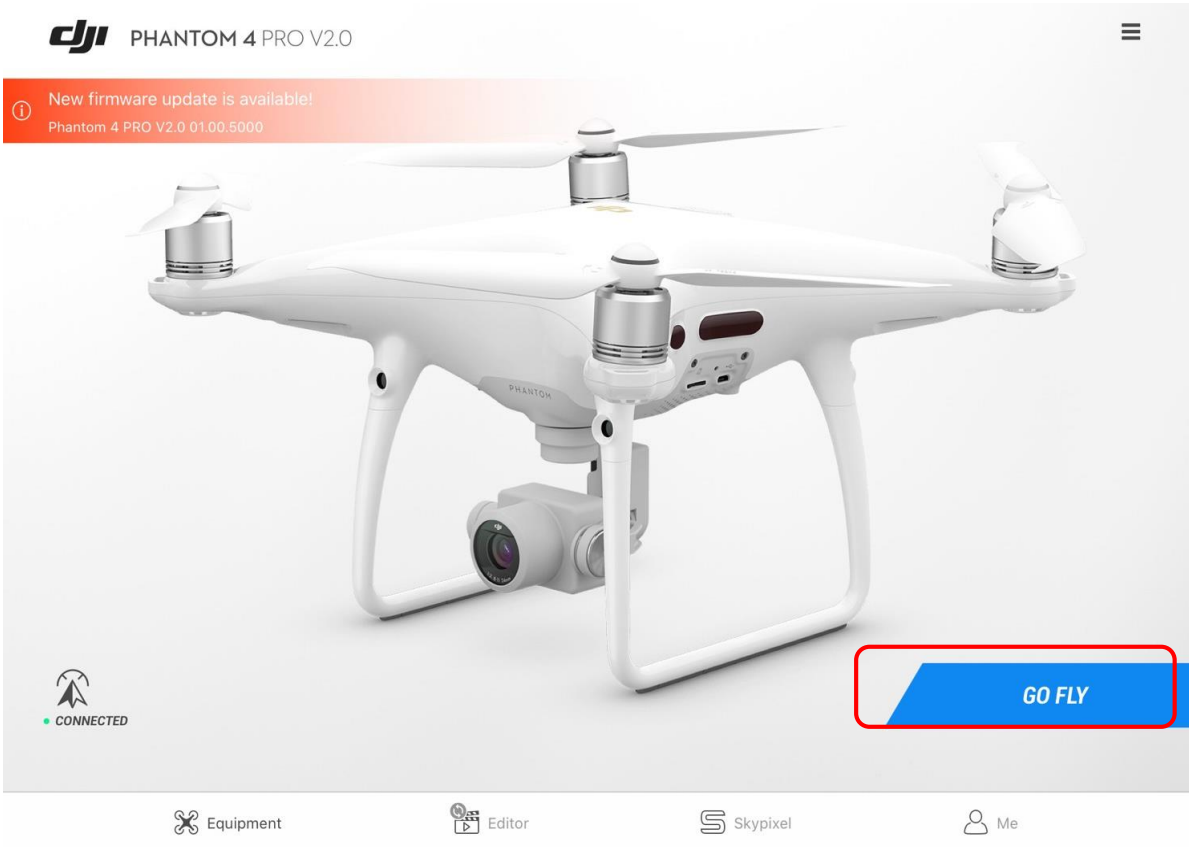
แอปพลิเคชัน (Application) ที่สำคัญของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom4 Pro V.2 ได้แก่ “DJI GO4” เพื่อใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์และตั้งค่าการทำงานของอากาศยานฯ และ “Pix4D” สำหรับวางแผนการบินและการบินถ่ายภาพ

แสดงไอคอนแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4”

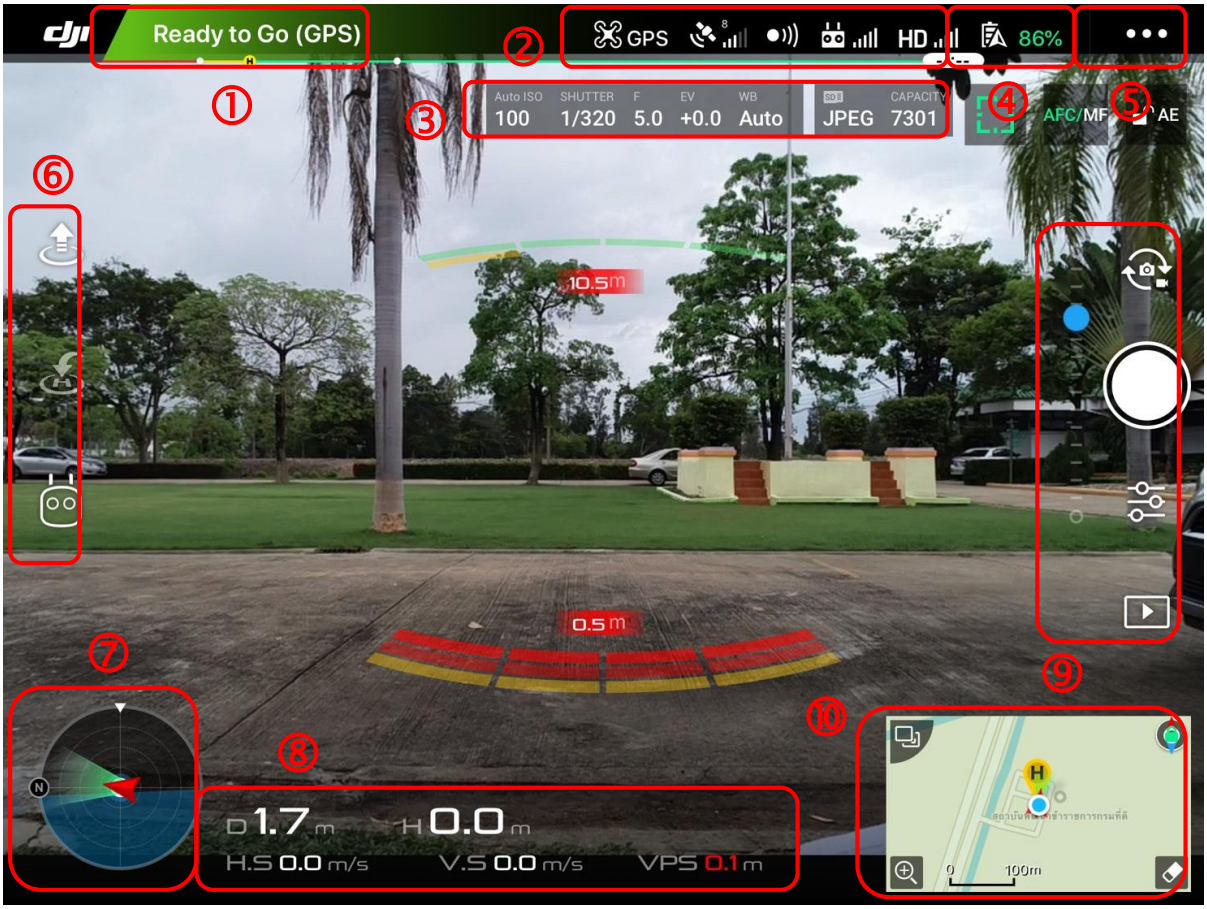
แสดงไอคอนแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”

๓.๒.๖.๑ การใช้งานแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4”

เมื่อทำการเตรียมความพร้อมของอากาศยานฯ และอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) พร้อมอุปกรณ์แสดงผลแล้ว ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) กับอากาศยานฯ ด้วยแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO๔” จะปรากฏหน้าจอดังรูปด้านล่าง จากนั้นเลือกคำสั่ง **GO FLY**



แสดงหน้าจอการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) กับอากาศยานฯ

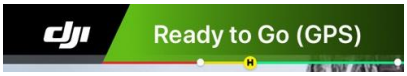


แสดงหน้าจอหลักแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO๔”

ส่วนประกอบต่างๆ ในแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO๔” อธิบายลักษณะการใช้งาน ดังนี้

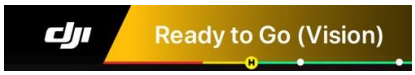
① แถบสถานะของอากาศยานฯ ประกอบด้วย แถบสถานะทั้งหมด ๓ แบบ พร้อมแสดงข้อความบอกสถานะพร้อมใช้งานของอากาศยานฯ หรือแสดงการแจ้งเตือนต่างๆ ได้แก่

- แถบสถานะสีเขียว หมายถึง สัญญาณดาวเทียมเพียงพอ และอากาศยานฯ มีความพร้อมในการบิน



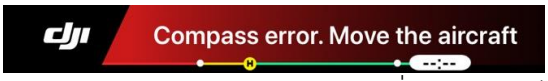
แสดงแถบสถานะสีเขียว

- แถบสถานะสีเหลือง หมายถึง สัญญาณดาวเทียมไม่เพียงพอ ต้องใช้ความระมัดระวังในการบิน หรือยังไม่ควรทำการบิน



แสดงแถบสถานะสีเหลือง

- แถบสถานะสีแดง หมายถึง ไม่สามารถนำอากาศยานฯ ขึ้นบินได้ และมีข้อความแจ้งเตือนให้แก้ไขปัญหา หากได้รับการแก้ไขแถบสถานะจึงจะเปลี่ยนสี



แสดงแถบสถานะสีแดงพร้อมข้อความที่ให้ทำการแก้ไข

② แถบแสดงสถานะ ประกอบด้วย จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้, คุณภาพสัญญาณในการรับส่งภาพ, คุณภาพสัญญาณการรับส่งสัญญาณของอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) สู่อากาศยานฯ , คุณภาพสัญญาณการรับส่งวีดีโอ

③ แถบแสดงการตั้งค่าการถ่ายภาพหรือวีดีโอ และพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลที่เหลือ

④ แถบแสดงสถานะแบตเตอรี่

⑤ ปุ่มการตั้งค่าทั่วไป (General Settings)

⑥ ปุ่มการสั่งการบินขึ้นหรือบินกลับมายังจุดปล่อย (Home)

⑦ แถบแสดงตำแหน่งอากาศยานฯ และแผนที่ฐาน (Base Map)

⑧ แถบแสดงระยะห่างระหว่างอากาศยานฯ กับอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และความสูงของอากาศยานฯ โดยวัดจากพื้นตอนที่ขึ้นบิน

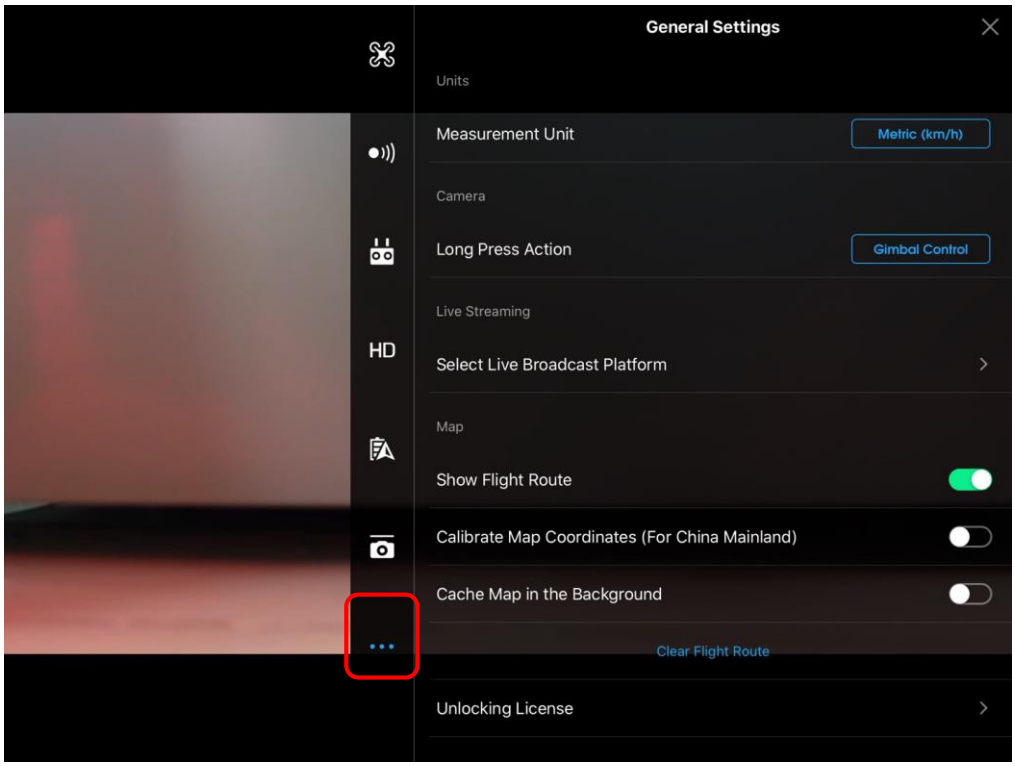
⑨ แถบแสดงค่ามุมกล้องของอากาศยานฯ ปุ่มเริ่มบันทึกภาพหรือวีดีโอ และปุ่มการตั้งค่าเกี่ยวกับภาพถ่ายและวีดีโอ

⑩ ปุ่มเรียกดูภาพถ่ายและวีดีโอ

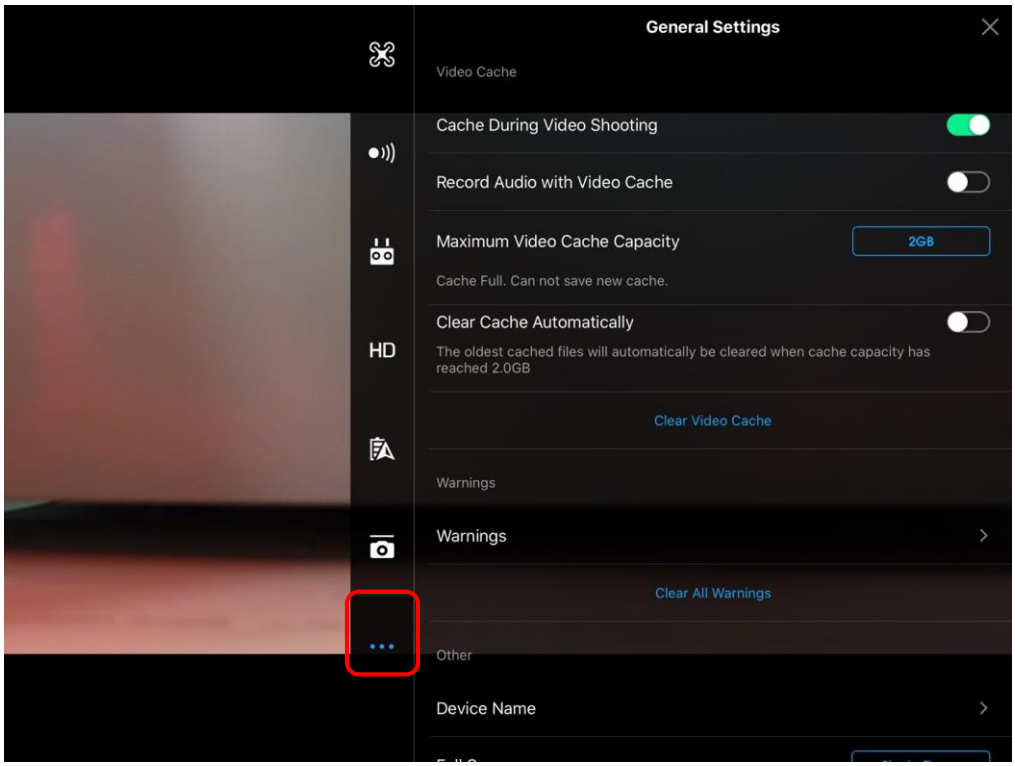
การตั้งค่าทั่วไป (General Settings) บนแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4” โดยการกดปุ่ม (General Settings) และจะปรากฏแถบเมนู ดังต่อไปนี้

(๑) **แถบ General Settings** คือ การตั้งค่าทั่วไป ประกอบด้วย

- Units คือ การตั้งค่าหน่วยวัด สามารถเลือกหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s), กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h)
- Camera ในแถบ Long Press Action คือ การตั้งค่าคำสั่งการกดที่หน้าจอ
- Live Streamng คือ การตั้งค่าการถ่ายทอดสด
- Map คือ การตั้งค่าเกี่ยวกับแผนที่ เช่น การเลือกตั้งค่าแผนที่ การเปิดปิดการแสดงแนวบิน การเปิดปิดการใช้งานแผนที่ฐาน
- Video Cache คือ การตั้งค่าการจัดการวีดีโอ
- Warnigs คือ การกำหนดค่าแจ้งเตือนต่างๆ
- Other คือ อื่นๆ



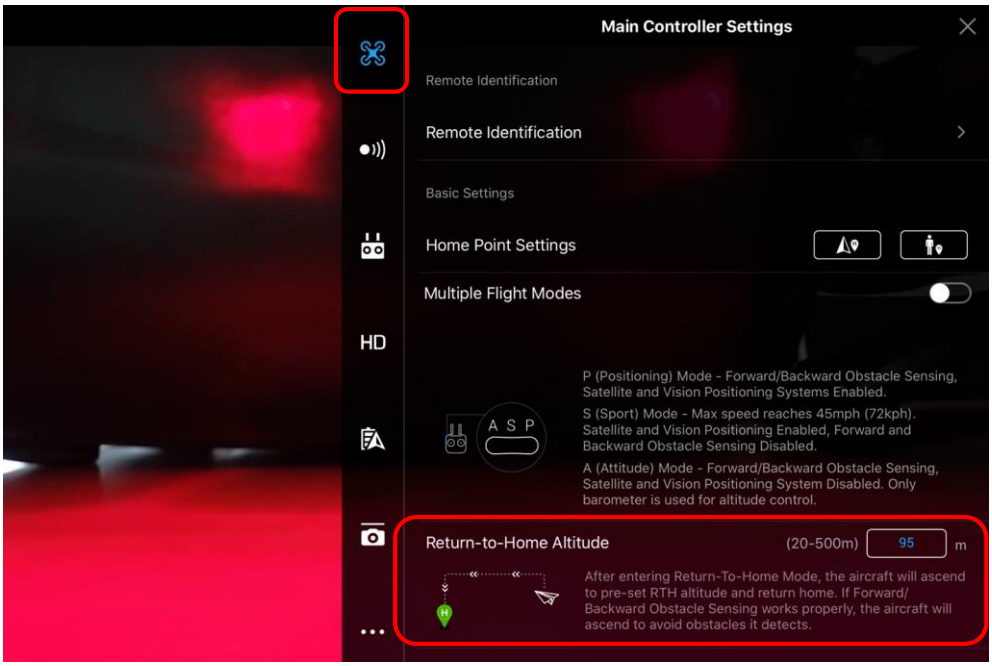
แสดงแถบ General Settings (๑)



แสดงแถบ General Settings (๒)

(๒) **แถบ Main Controller Settings** เป็นแถบที่ตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) การตั้งค่าที่สำคัญ ได้แก่

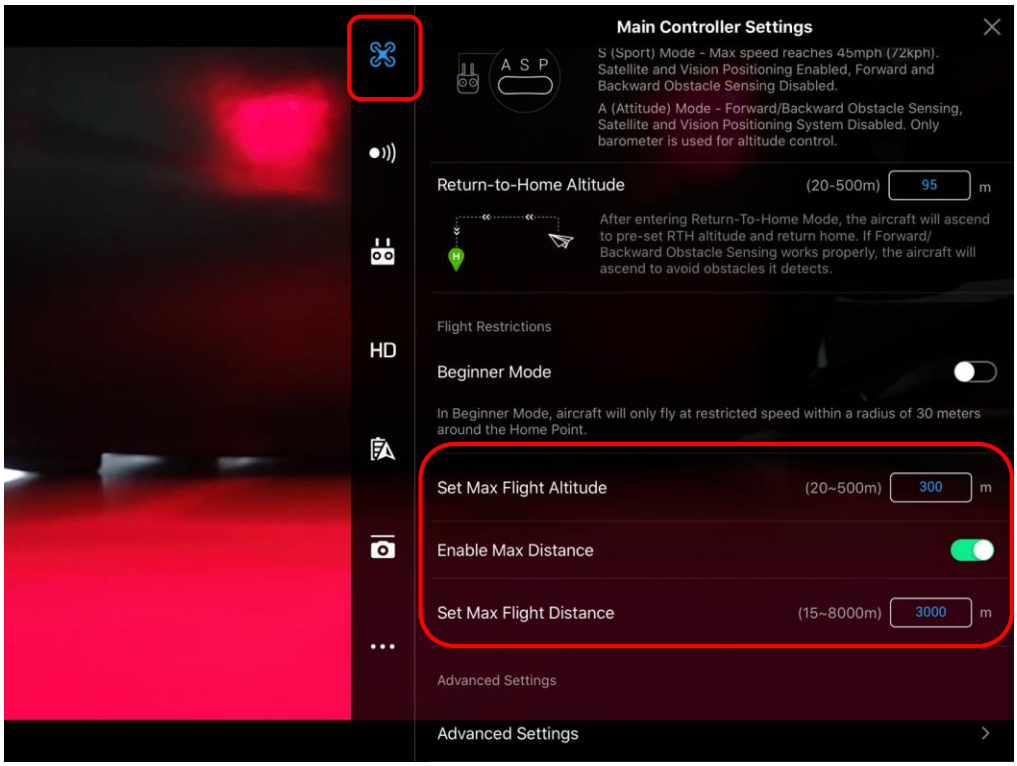
- การตั้งค่า Return to Home เป็นการตั้งค่าความสูงในการบินเมื่ออากาศยานฯบินกลับมายังจุดปล่อย (Home) เมื่อใช้คำสั่ง Return to Home โดยสามารถตั้งค่าความสูงบินได้ในช่วง ๒๐-๕๐๐ เมตร จากตัวอย่างนี้กำหนดความสูงบินของการใช้คำสั่ง Return to Home เท่ากับ ๙๕ เมตร



แสดงแถบ Main Controller Settings (๑)

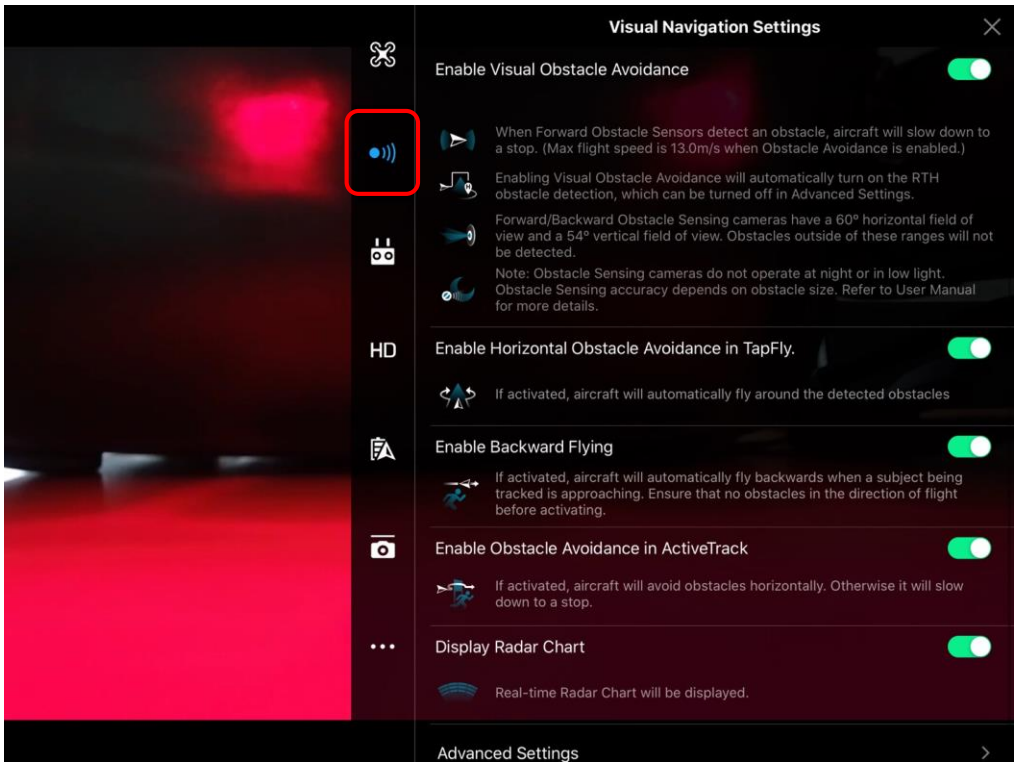
- การตั้งค่าความสูงบินสูงสุด (Set Max Flight Altitude) เป็นการตั้งค่าความสูงในการบินสูงสุดของอากาศยานฯ โดยสามารถตั้งค่าความสูงบินได้ในช่วง ๒๐-๕๐๐ เมตร จากตัวอย่างนี้กำหนดความสูงบินสูงสุด เท่ากับ ๓๐๐ เมตร

- การตั้งค่าระยะทางสูงสุด (Set Max Flight Altitude) เป็นการตั้งค่าระยะห่างระหว่างอากาศยานฯ กับอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) สูงสุด โดยสามารถตั้งค่าระยะทางได้ในช่วง ๑๕-๘๐๐๐ เมตร จากตัวอย่างนี้กำหนดระยะทางสูงสุด ๓๐๐๐ เมตร หรือ ๓ กิโลเมตร



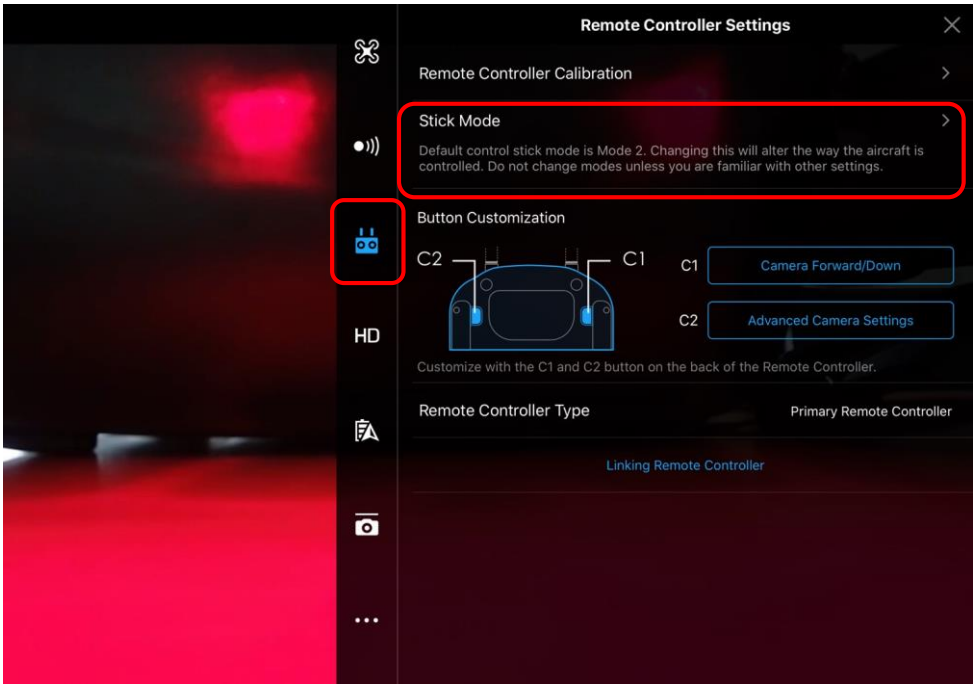
แสดงแถบ Main Controller Settings (๒)

(๓) **แถบ Visual Navigation Settings** คือ การกำหนดเกี่ยวกับตำแหน่งของอากาศยานฯ



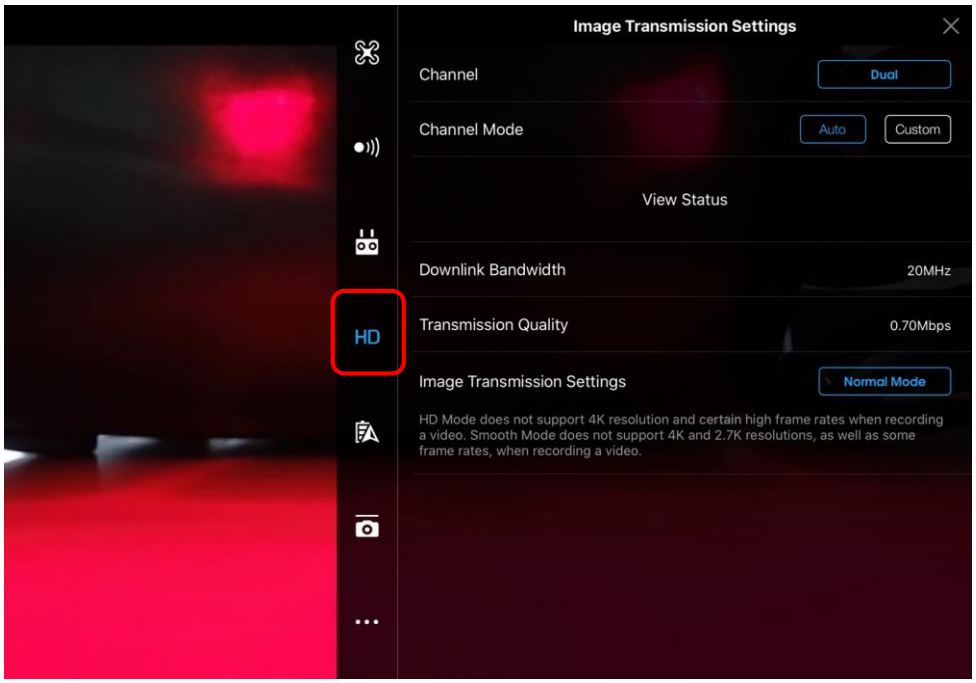
แสดงแถบ Visual Navigation Settings

(๔) **แถบ Remote Controller Settings** เป็นการตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) โดยปกติแล้วระบบควบคุมการบินจะถูกตั้งอยู่ในโหมดที่ ๒ คันบังคับด้านซ้ายใช้ควบคุมการขึ้นลงและทิศทาง, คันบังคับด้านขวาใช้ควบคุมการเดินหน้า, ถอยหลัง ซ้ายและขวา ในส่วนปุ่มหมุนควบคุมการเอียงจะใช้ควบคุมการเอียงของกล้อง



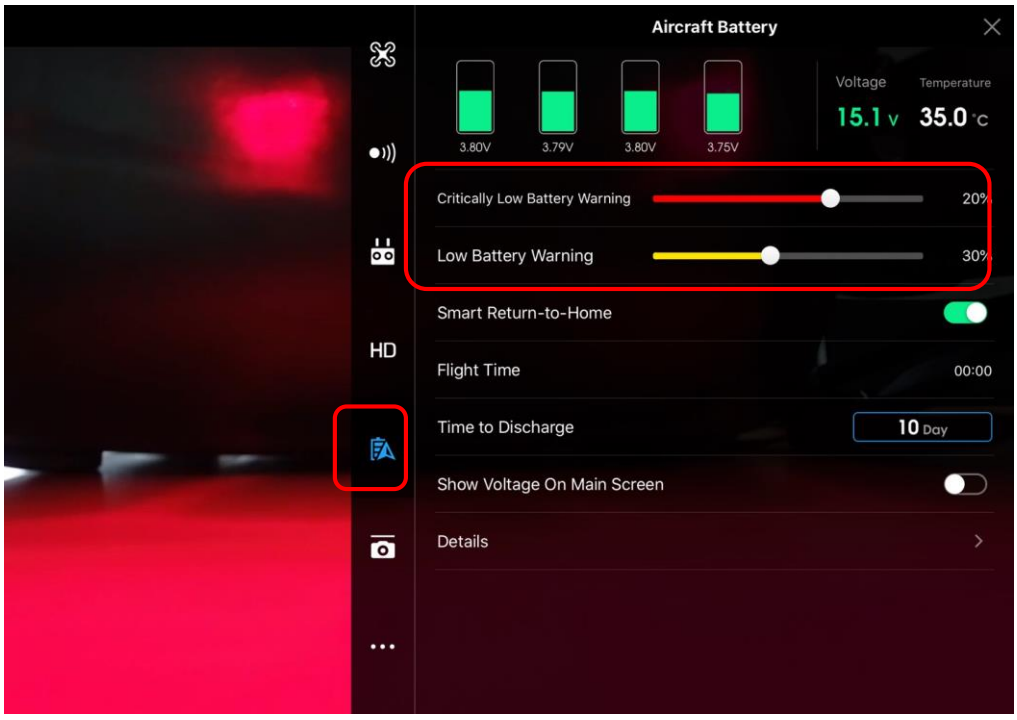
แสดงแถบ Remote Controller Settings

(๕) **แถบ Image Transmission Settings** เป็นการตั้งค่าสัญญาณในการรับส่งภาพในกรณีที่เป็นวิดีโอ



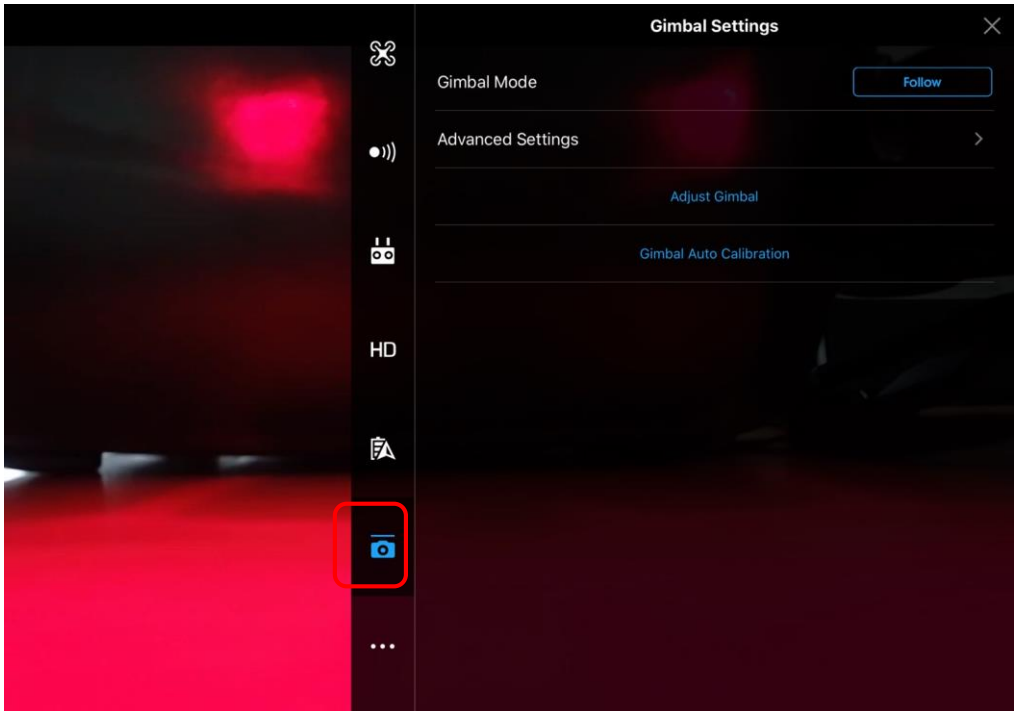
แสดงแถบ Image Transmission Setting

(๖) **แถบ Aircraft Battery** เป็นแถบในการตั้งค่าเกี่ยวกับแบตเตอรี่ เพื่อให้การบินมีความปลอดภัยมากขึ้น เช่น การแจ้งเตือนสถานะแบตเตอรี่ และการตั้งค่าให้อากาศยานฯ บินกลับในกรณีที่แบตเตอรี่เหลือน้อยตามที่กำหนด จากตัวอย่างนี้ตั้งค่าให้มีการแจ้งเตือนเมื่อแบตเตอรี่คงเหลือ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ และให้อากาศยานฯ บินกลับเมื่อแบตเตอรี่เหลือ ๒๐ เปอร์เซ็นต์



แสดงแถบ Aircraft Battery

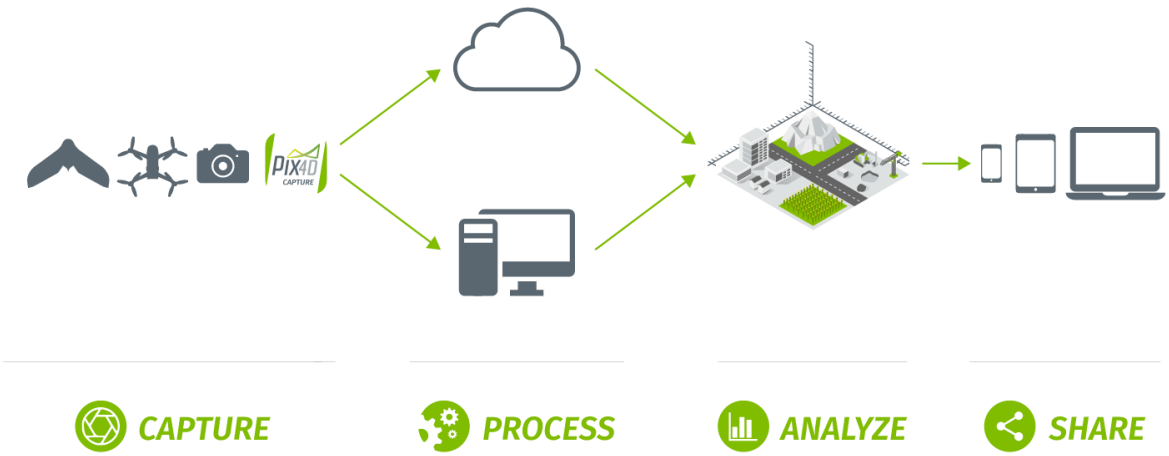
(๗) **แถบ Gimbal Settings** คือการตั้งค่าของขากล้อง Gimbal



แสดงแถบ Gimbal Settings

๓.๒.๖.๒ การใช้งานแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”

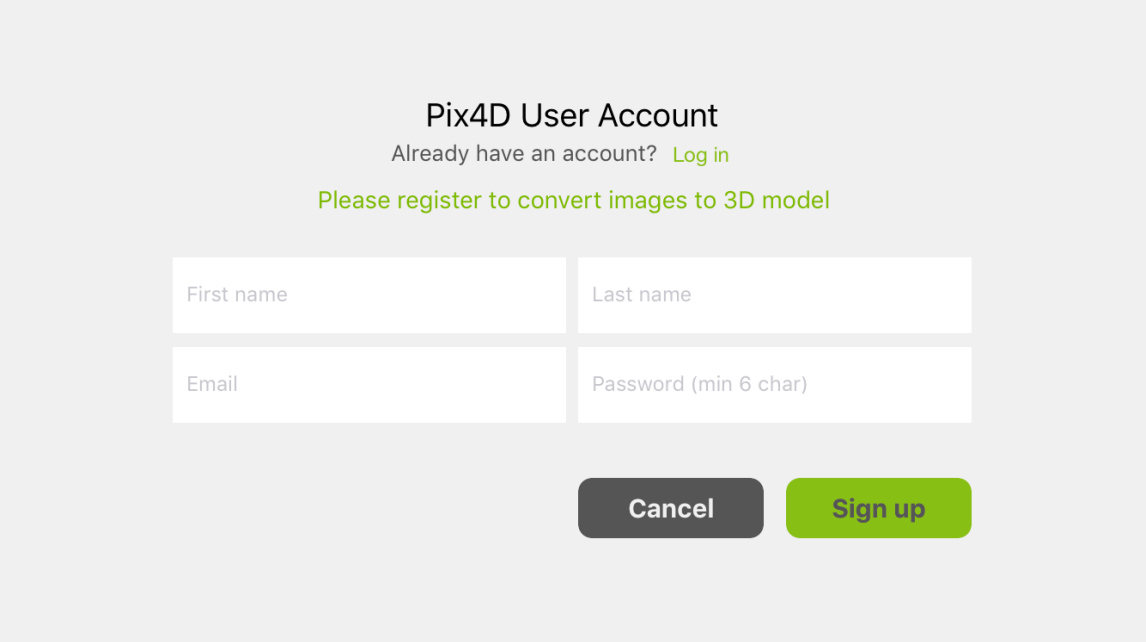
“Pix4D” เป็นแอปพลิเคชัน (Application) สำหรับการวางแผนการบินอากาศยานไร้คนขับเพื่อทำแผนที่ออร์โธ รองรับอากาศยานไร้คนขับเครื่องหมายการค้า DJI Parrot และ Yuneec โดยเป็นแอปพลิเคชัน (Application) ที่ใช้งานในแท็บเล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) และรองรับระบบปฏิบัติการ IOS และ Android



แสดงแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”

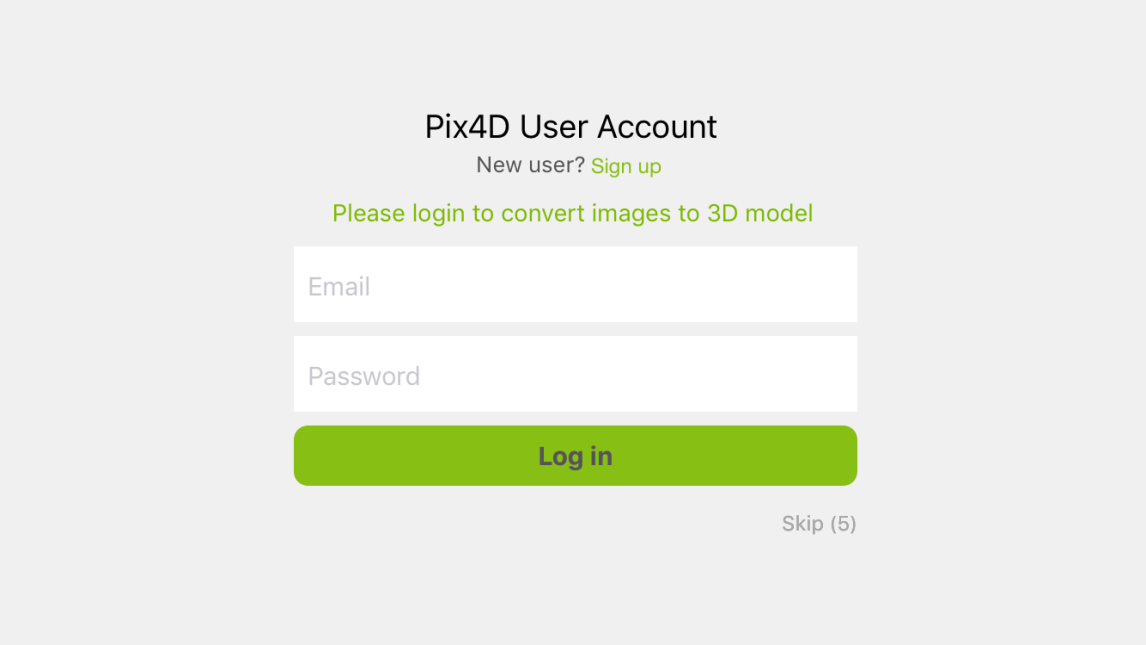
ขั้นตอนการใช้งาน ดังนี้

(๑) เมื่อดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D” สมัครเข้าใช้งานโดยการลงทะเบียนด้วย ชื่อ-นามสกุล และอีเมล์ (Email)



แสดงการลงทะเบียนแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”

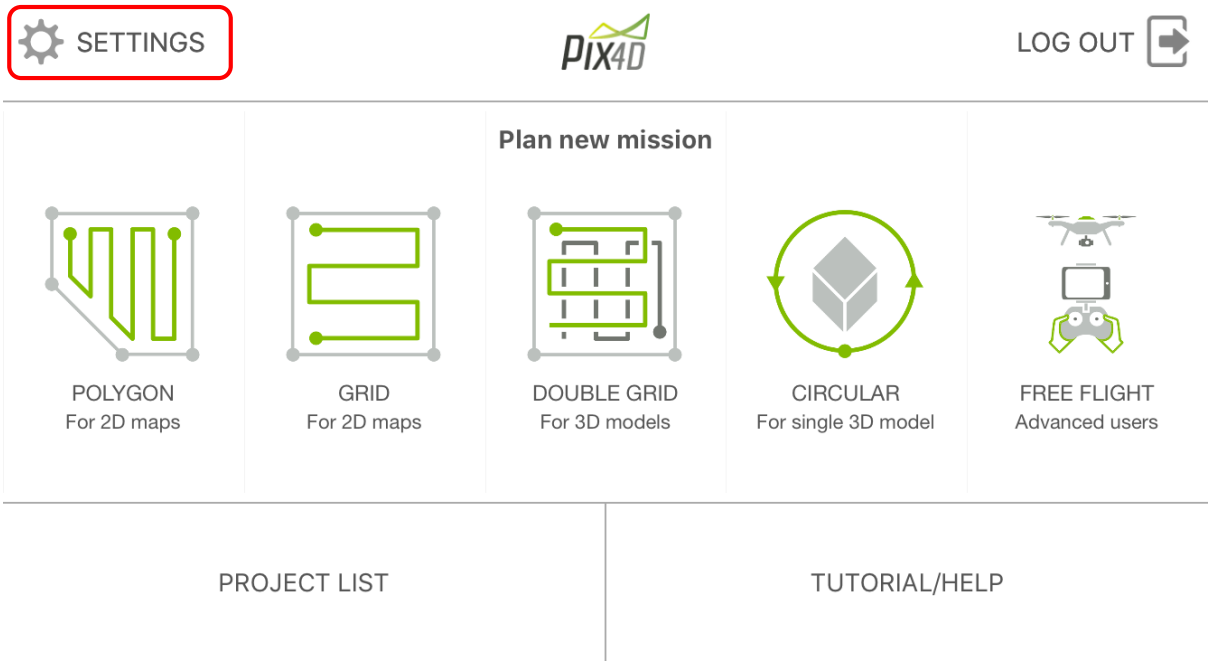
(๒) ทำการลงชื่อเข้าใช้งาน ด้วยอีเมล์ (Email) และรหัสผ่านที่ผู้ใช้งานได้กำหนดไว้



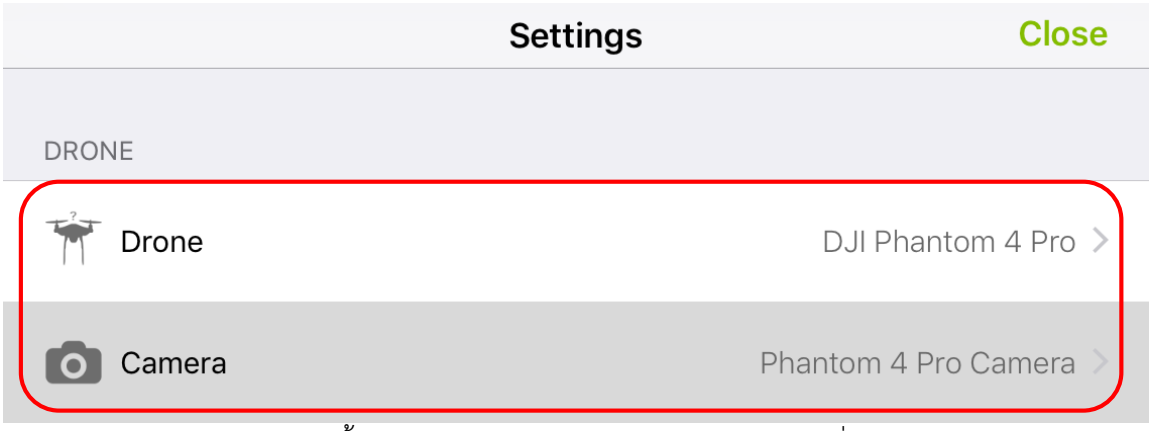
แสดงการลงชื่อเข้าใช้งาน

(๓) ปรากฏหน้าต่างในการใช้งาน จากนั้นเลือกปุ่ม SETTINGS

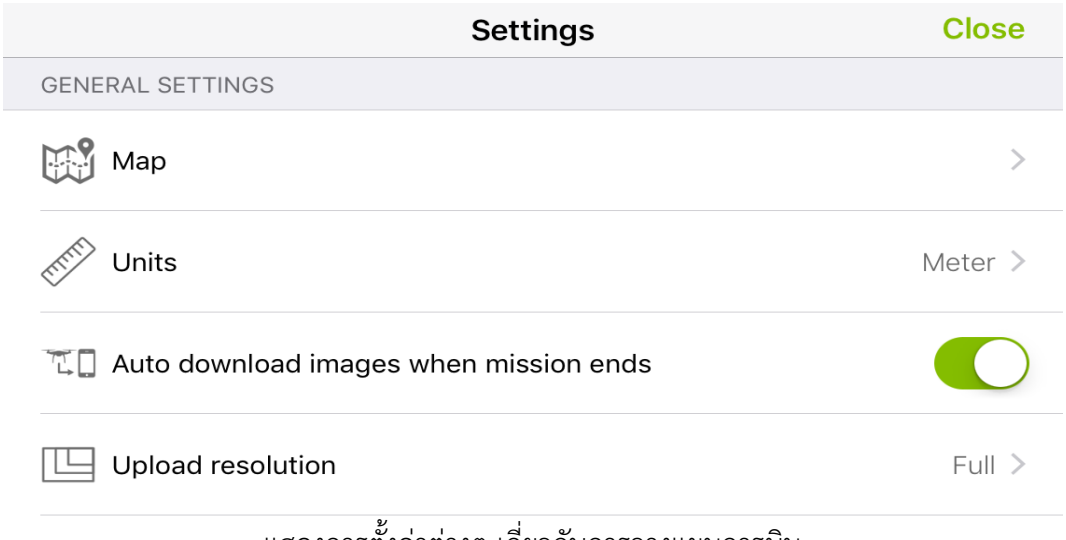
เพื่อทำการตั้งค่าเบื้องต้นในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”



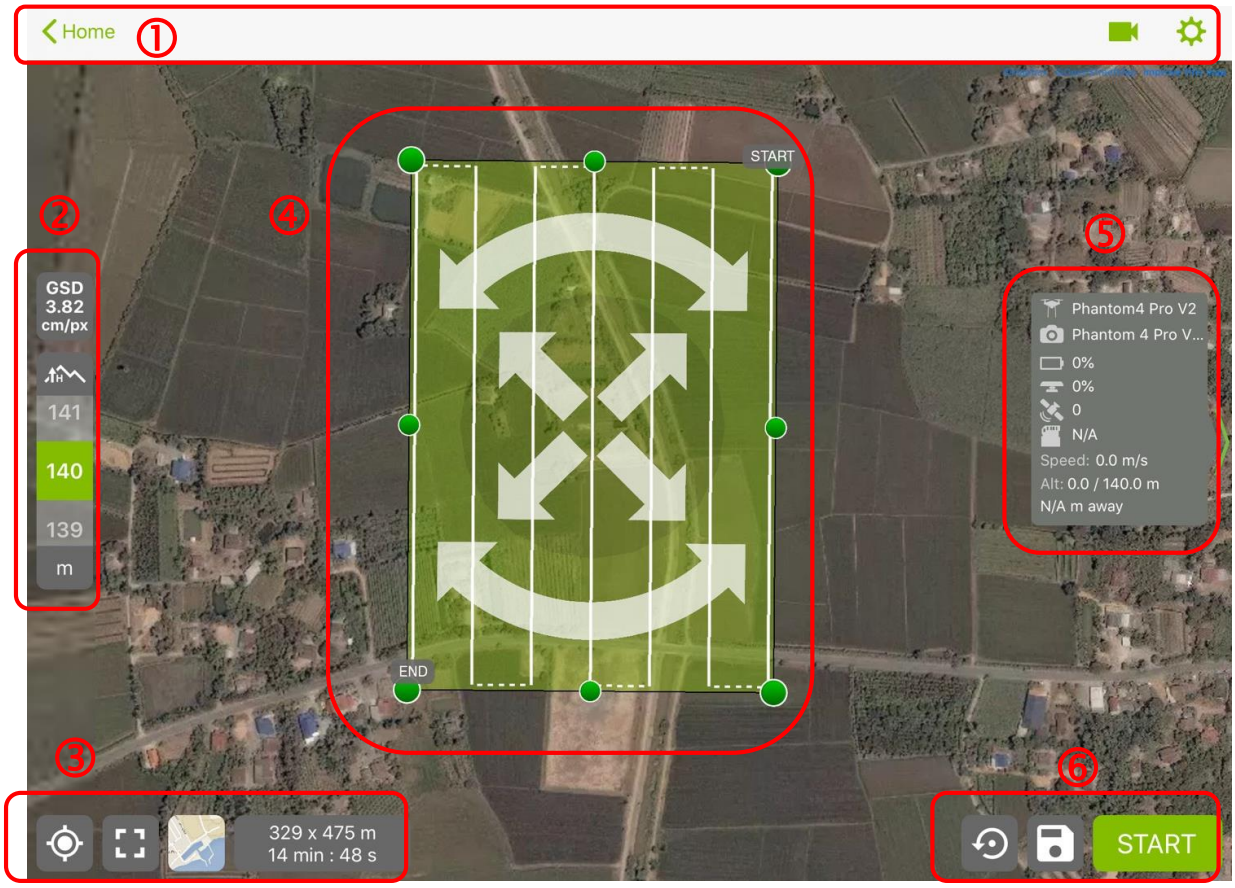
แสดงหน้าต่างในการใช้งานแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”



แสดงการตั้งค่ารุ่นของอากาศยานฯ และกล้องถ่ายภาพที่ใช้งาน



แสดงการตั้งค่าต่างๆ เกี่ยวกับการวางแผนการบิน



แสดงหน้าต่างสำหรับวางแผนการบิน

ส่วนประกอบต่างๆ ในแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D”

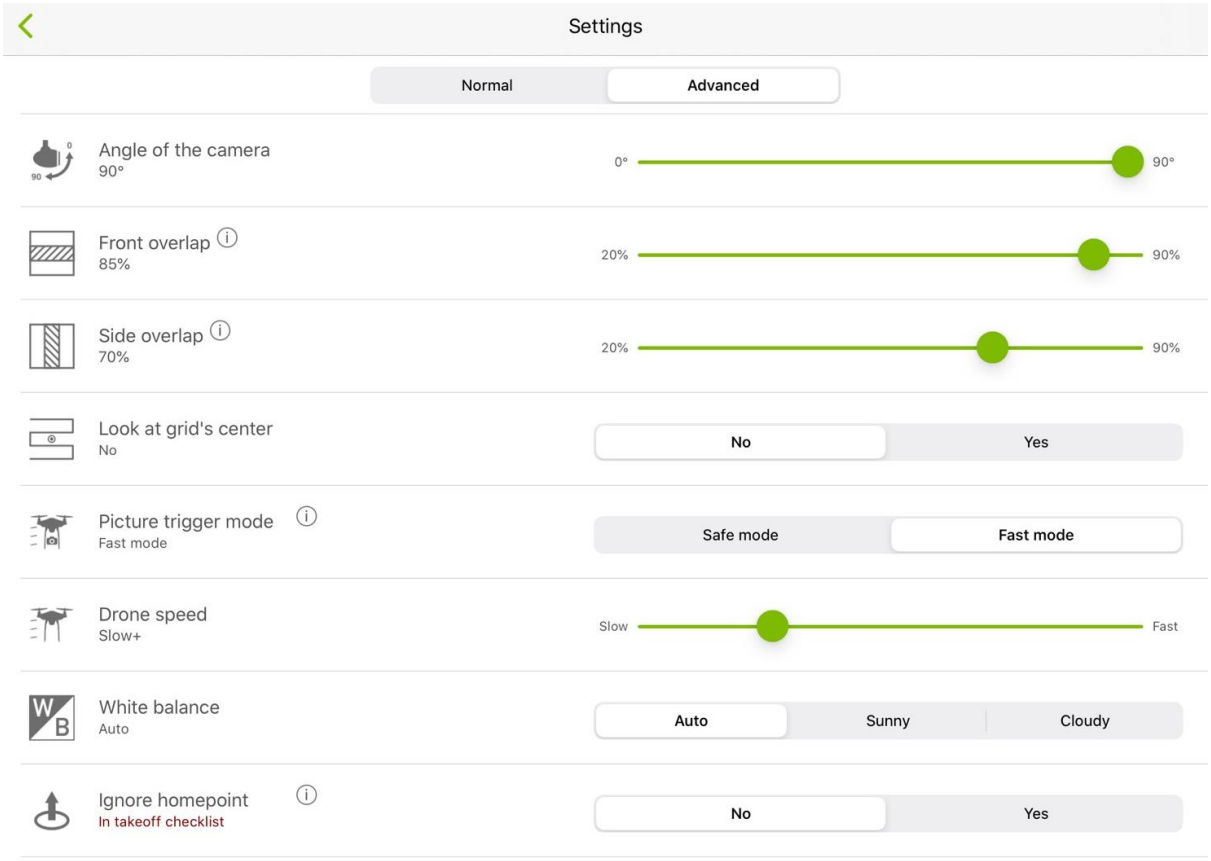
ประกอบด้วย แถบเมนู, แถบการตั้งค่า Flight Plan, แถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan, แผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ, แถบแสดงสถานะ, แถบจัดการ Flight Plan อธิบายลักษณะการใช้งาน ดังนี้

① **แถบเมนู** ประกอบด้วย ปุ่ม Home, ปุ่มกล้อง และปุ่ม setting การใช้งาน มีดังนี้

ปุ่ม Home ใช้เมื่อต้องการกลับไปยังหน้าต่าง Plan new mission

ปุ่มกล้อง สำหรับเรียกดูภาพ Real time จากกล้อง

ปุ่ม Setting คือ ปุ่มตั้งค่าการบิน เมื่อเลือกปุ่มนี้จะปรากฏหน้าต่างดังต่อไปนี้



แสดงหน้าต่างของปุ่ม Setting และตัวอย่างการตั้งค่า

อธิบายการตั้งค่า ดังนี้

ปุ่ม Setting คือ ปุ่มตั้งค่าการบิน ประกอบด้วยโหมด Normal และ โหมด Advanced โดยปกติการบินถ่ายภาพเพื่อทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเพื่อการรังวัด จะเลือกโหมด Advanced การตั้งค่าการบินในโหมด Advanced ประกอบด้วย

Angle of camera : การกำหนดมุมของกล้อง โดยเลือก ๙๐ องศา

Front overlap : การกำหนดส่วนซ้อนด้านหน้า โดยกำหนดไม่น้อยกว่า ๗๕ เปอร์เซ็นต์

Side overlap : การกำหนดส่วนซ้อนด้านข้าง โดยกำหนดไม่น้อยกว่า ๖๐ เปอร์เซ็นต์

Picture trigger mode มี ๒ รูปแบบ ได้แก่

Safe mode : ขณะบินถ่ายภาพ เมื่อถึงตำแหน่งถ่ายภาพ อากาศยานฯ จะหยุดเคลื่อนที่ทุกครั้ง เป็นโหมดที่ใช้แบตเตอรี่มากที่สุด

Fast mode : ขณะบินถ่ายภาพ เมื่อถึงตำแหน่งถ่ายภาพ อากาศยานฯ จะไม่หยุดเคลื่อนที่ เป็นโหมดที่ใช้แบตเตอรี่น้อยที่สุด

Drone Speed : กำหนดความเร็วบินถ่ายภาพของอากาศยานฯ สามารถเลือกได้หลายแบบ ดังนี้

Slow : ใช้ความเร็วเคลื่อนที่ ๖๐% ของความเร็วเคลื่อนที่สูงสุด

Slow+ : ใช้ความเร็วเคลื่อนที่ ๗๐% โดยปกติจะกำหนดรูปแบบนี้

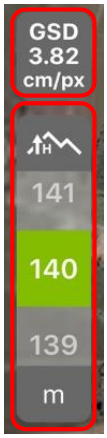
Normal : ใช้ความเร็วเคลื่อนที่ ๘๐%

Normal+ : ใช้ความเร็วเคลื่อนที่ ๙๐%

Fast : ใช้ความเร็วเคลื่อนที่ ๑๐๐%

White balance : การเลือกปรับริรับแสง โดยเลือกให้เหมาะสมกับสภาพอากาศขณะบินถ่ายภาพ มีให้เลือก ๓ รูปแบบ ได้แก่ Sunny, Cloudy และ Auto

② **แถบการตั้งค่า Flight Plan** ประกอบด้วย แถบแสดงค่า Ground Sample Distance (GSD) และแถบแสดงความสูงบิน



แถบแสดงค่า Ground Sample Distance (GSD) คือ สัญลักษณ์บอกค่า Ground Sample Distance (GSD) หน่วยเซนติเมตรต่อพิกเซล

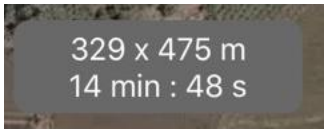
แถบแสดงความสูงบิน คือ สัญลักษณ์บอกค่าระดับความสูงเหนือพื้นที่ทำการบิน หน่วยเมตร

③ **แถบแสดง Result การตั้งค่า Flight Plan** ประกอบด้วยแถบที่แสดงตำแหน่งของอากาศยานฯ และตำแหน่งพื้นที่สำรวจ, โหมดเลือกแสดงแผนที่ฐาน, พื้นที่และเวลาที่ใช้ทั้งหมดสำหรับบินสำรวจซึ่งเป็นผลมาจากกการตั้งค่าการบินจากปุ่ม Setting อธิบายสัญลักษณ์ ดังนี้

คือ การเลื่อนหน้าจอกลับมาที่ตำแหน่งอุปกรณ์แสดงผล

คือ การเลื่อนหน้าจอกลับมาที่หน้าต่างแผนการบิน

คือ โหมดการเลือกแสดงแผนที่ฐาน

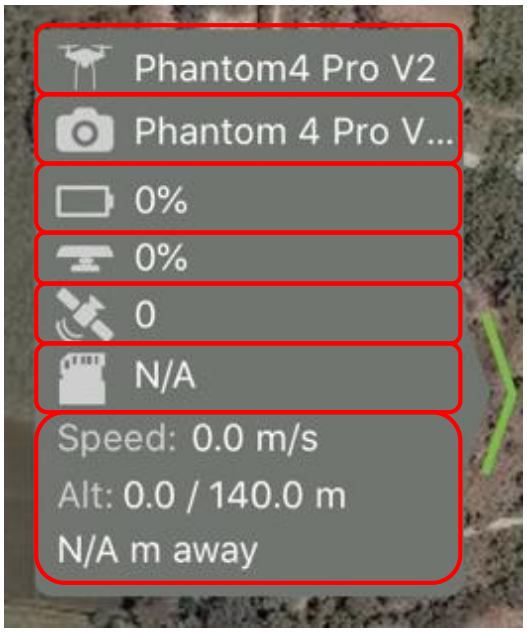


คือ ขนาดของพื้นที่ที่ทำการบิน (โดยประมาณจากความกว้างและยาวที่สุด) และเวลาโดยประมาณที่ใช้ในการบินถ่ายภาพ โดยไม่รวมเวลาขณะอากาศยานฯ บินขึ้นและลงจอด

④ **แผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ** คือ บริเวณที่แสดงพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ โดยผู้ใช้งานจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมในบริเวณพื้นที่ที่ต้องการ นอกจากนี้แผนที่ดังกล่าวยังแสดงเส้นแนวการบิน จุดเริ่มต้น-จุดสิ้นสุดในการบินสำรวจของอากาศยานฯ โดยการเปลี่ยนมุมในการบินสามารถใช้นิ้วลากหมุนตามลูกศรที่ปรากฏบนอุปกรณ์แสดงผล

แสดงแผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ

⑤ **แถบแสดงสถานะ** คือ แถบที่แสดงสถานะของอากาศยานฯ ณ ขณะนั้น ประกอบด้วย

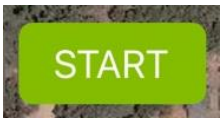


- ชื่อและรุ่นของอากาศยานฯ ที่ใช้
- กล้องที่ติดบนอากาศยานฯ
- สถานะแบตเตอรี่ของอากาศยานฯ
- สถานะแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ควบคุมอากาศยานฯ
- จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้
- พื้นที่บันทึกข้อมูลที่เหลือในหน่วยความจำภายนอก ชนิด MicroSD Card
- ความเร็วในการเคลื่อนที่, ความสูงบินของอากาศยานฯ และระยะห่างระหว่างอากาศยานฯ กับอุปกรณ์ควบคุมอากาศยานฯ

⑥ **แถบจัดการ Flight Plan** ประกอบด้วย Reset Flight Plan, บันทึก Flight Plan, Start Flight Plan อธิบายการใช้งาน ดังนี้

Reset Flight Plan คือ การยกเลิกแผนการบินที่วางแผนไว้

บันทึก Flight Plan คือ การบันทึกแผนการบิน



Start Flight Plan คือ การทำการบินตามแผนการบินที่วางแผนไว้

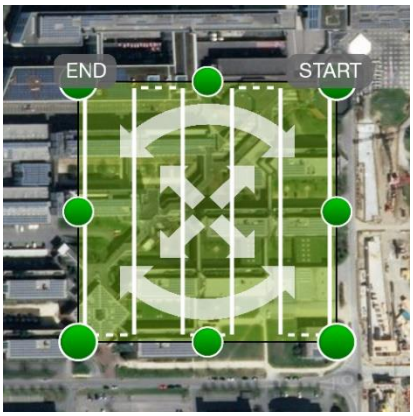
๓.๒.๗ การวางแผนการบิน

การวางแผนการบิน เป็นขั้นตอนที่กำหนดความละเอียดของภาพ คุณภาพของภาพ พอยด์คลาวด์ และความถูกต้องเชิงตำแหน่ง โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการวางแผนการบิน ดังนี้

- ขนาด Ground Sample Distance (GSD)
- ความสูงบิน (Flight Altitude)
- ส่วนซ้อนและส่วนเกยของภาพ (Overlap & Side lap)
- รูปแบบการบิน

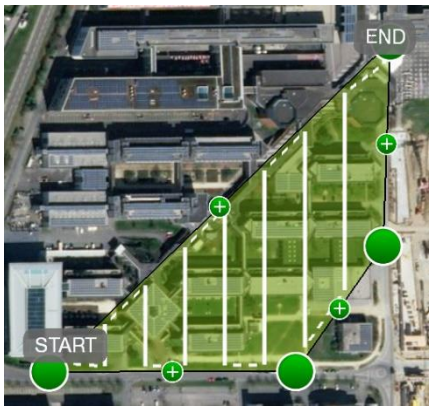
เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับ ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ เป็นชนิดปีกหมุน (Multirotor) จึงสามารถกำหนดรูปแบบการบินได้หลายแบบ ดังนี้

แบบที่ ๑ แบบกริด (Grid) เป็นการวางแผนการบินโดยสร้างกรอบ ๔ เหลี่ยม เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีรูปร่างเป็น ๔ เหลี่ยม สามารถปรับมุมกล้องได้ตั้งแต่ ๙๐ องศา (ตั้งฉากกับพื้นโลก) ถึง ๐ องศา (หันหน้ากล้องไปด้านหน้า)



แสดงรูปแบบการบิน แบบกริด (Grid)

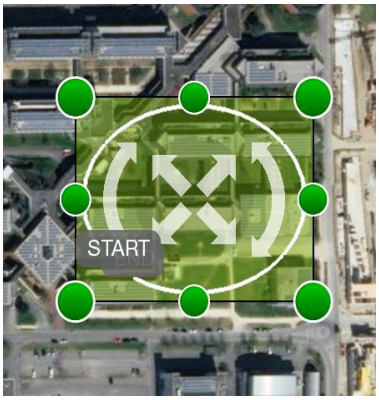
แบบที่ ๒ แบบ Polygon สามารถตั้งค่าได้เหมือนแบบ Grid แต่มีความยืดหยุ่นของขอบเขตแผนการบินมากกว่า คือสามารถปรับรูปร่างของแผนการบินได้ตามต้องการ



แสดงรูปแบบการบิน แบบ Polygon

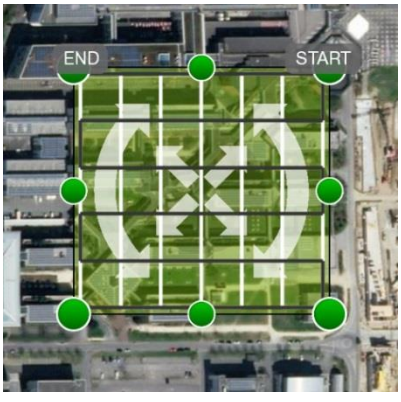
ทั้งนี้รูปแบบการบินทั้ง ๒ รูปแบบเหมาะกับการบินถ่ายภาพทำแผนที่ออร์โธ

แบบที่ ๓ แบบ Circular คือ การวางแผนการบิน มีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี เหมาะสำหรับการสร้างแบบจำลอง ๓ มิติ โดยให้วัตถุที่สนใจอยู่กึ่งกลางเส้นทางบิน



แสดงรูปแบบการบิน แบบ Circular

แบบที่ ๔ แบบ Double Grid คือ การวางแผนการบินที่มีลักษณะการบินคล้ายแบบ Grid และ Polygon คือเป็นเป็นเส้นตรงเรียงตามแถว แต่ไม่สามารถปรับมุมกล้องได้ที่ ๙๐ องศา มุมกล้องจะหันเข้าหาวัตถุบนพื้น เพื่อให้เห็นมากกว่าภาพมุมดิ่ง ช่วยในการสร้างแบบจำลอง ๓ มิติ

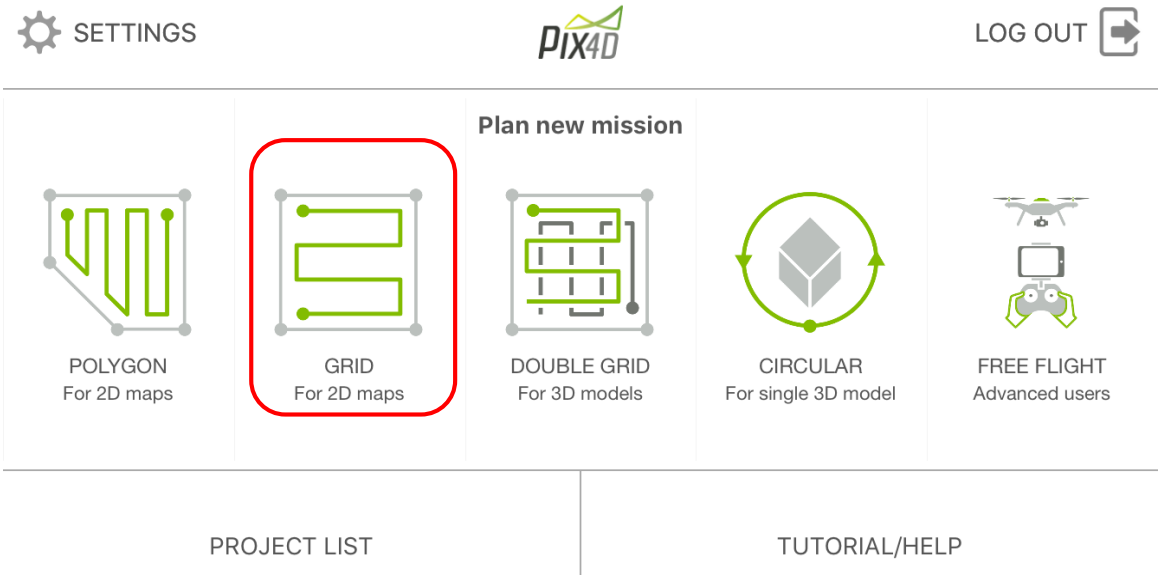


แสดงรูปแบบการบิน แบบ Double Grid

ทั้งนี้รูปแบบการบินทั้ง ๒ รูปแบบ เหมาะกับการบินถ่ายภาพเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ

ตัวอย่างการวางแผนการบินถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับชนิดชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ มีขั้นตอน ดังนี้

(๑) เข้าแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D” ปรากฏหน้าต่าง Plan new mission ดังภาพด้านล่าง เลือกรูปแบบการบินแบบกริด (Grid) โดยคลิกที่ **GRID for 2D Maps**

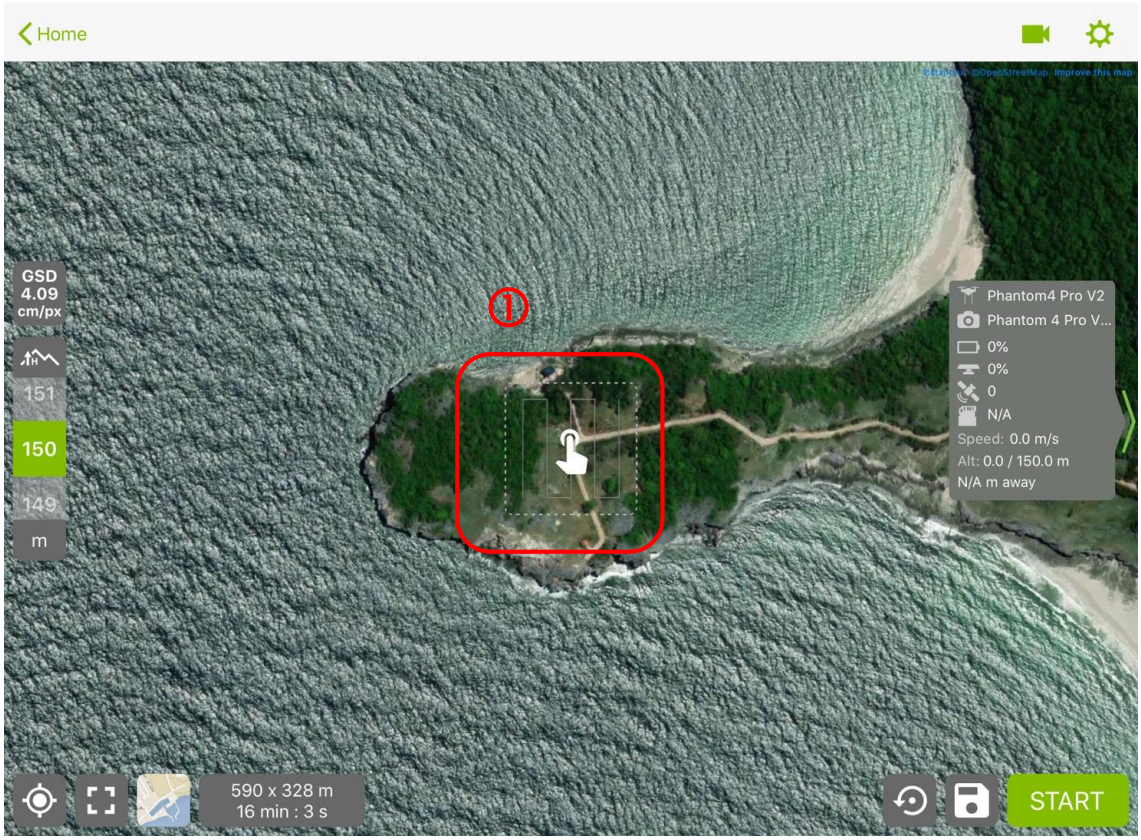


แสดงการเลือกรูปแบบการบินแบบกริด (Grid)

(๒) ปรากฏหน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานหรืออุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ณ ขณะนั้น (จุดสีฟ้า) ดังรูป

แสดงจุดสีฟ้าหรือตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุมอากาศยาน (Controller) ณ ขณะนั้น

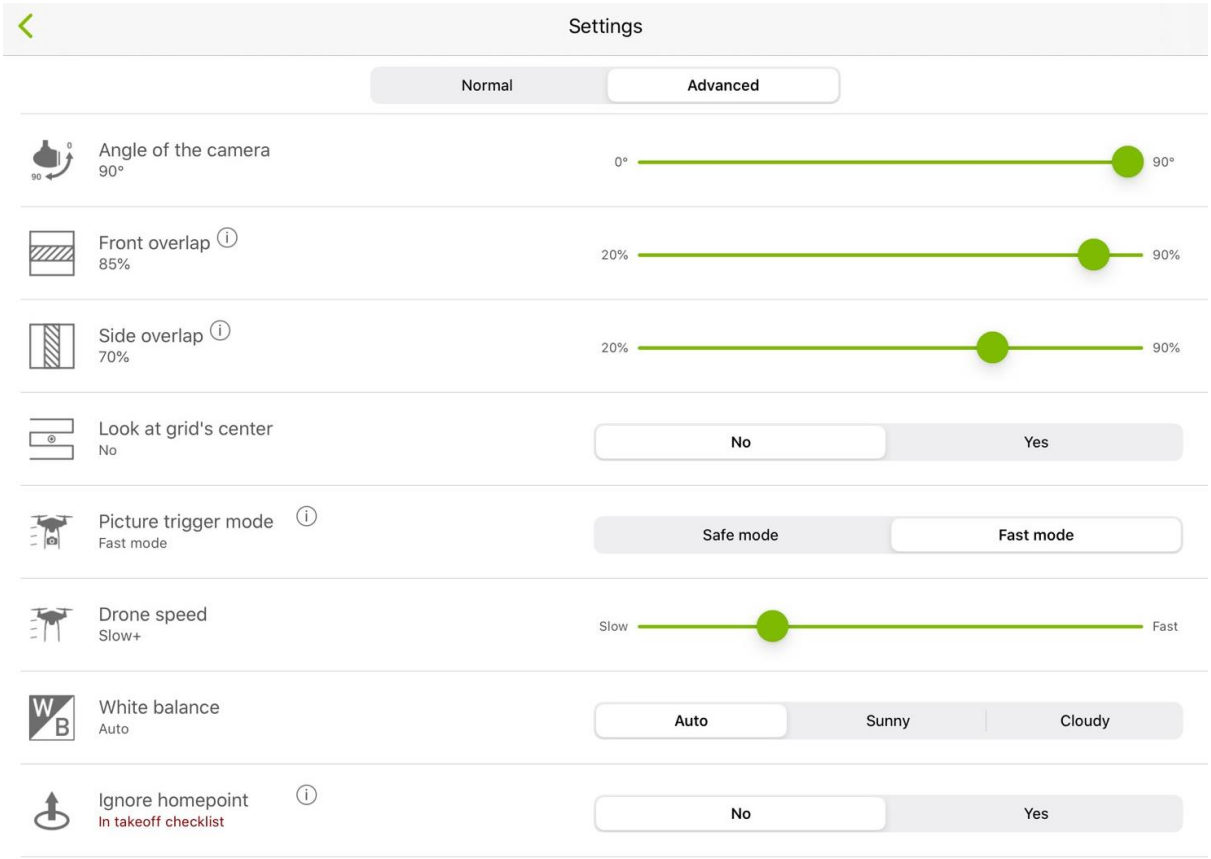
(๓) เริ่มวางแนวการบิน โดยการเลื่อนสัญลักษณ์รูปมือ ตามรูป ① ไปยังพื้นที่ที่ต้องการบินสำรวจ (ใช้ข้อมูลแผนที่ฐานประกอบการค้นหาพื้นที่ที่ต้องการ) ดังรูป



แสดงสัญลักษณ์การสร้างแนวการบิน

ทำการสร้างแนวบินโดยการสร้างกรอบแนวการบิน (พื้นที่สีเขียว) ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ ตามข้อ ① จากนั้นกำหนดขนาด Ground Sample Distance (GSD) ที่ต้องการ ตามข้อ ② โดยการเลือกความสูงบิน หน่วยเป็นเมตร (เลื่อนแถบขึ้น-ลง เพื่อเพิ่ม-ลดความสูงบิน) และตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการบิน โดยเลือกปุ่ม **Settings** ตามข้อ ③

แสดงการสร้างแนวบิน



แสดงแถบ Settings

ตัวอย่างการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการบิน (Setting) โดยการเลือกปุ่ม **Settings** --> เลือกโหมด **Advanced** --> อธิบายตัวอย่างการตั้งค่า ดังนี้

Angle of camera : กำหนดมุมของกล้องเป็น ๙๐ องศา เนื่องจากเป็นการบินถ่ายภาพสำหรับจัดทำแผนที่

Front overlap : กำหนดส่วนซ้อนด้านหน้า ๘๕ เปอร์เซ็นต์

Side overlap : กำหนดส่วนซ้อนด้านข้าง ๗๐ เปอร์เซ็นต์

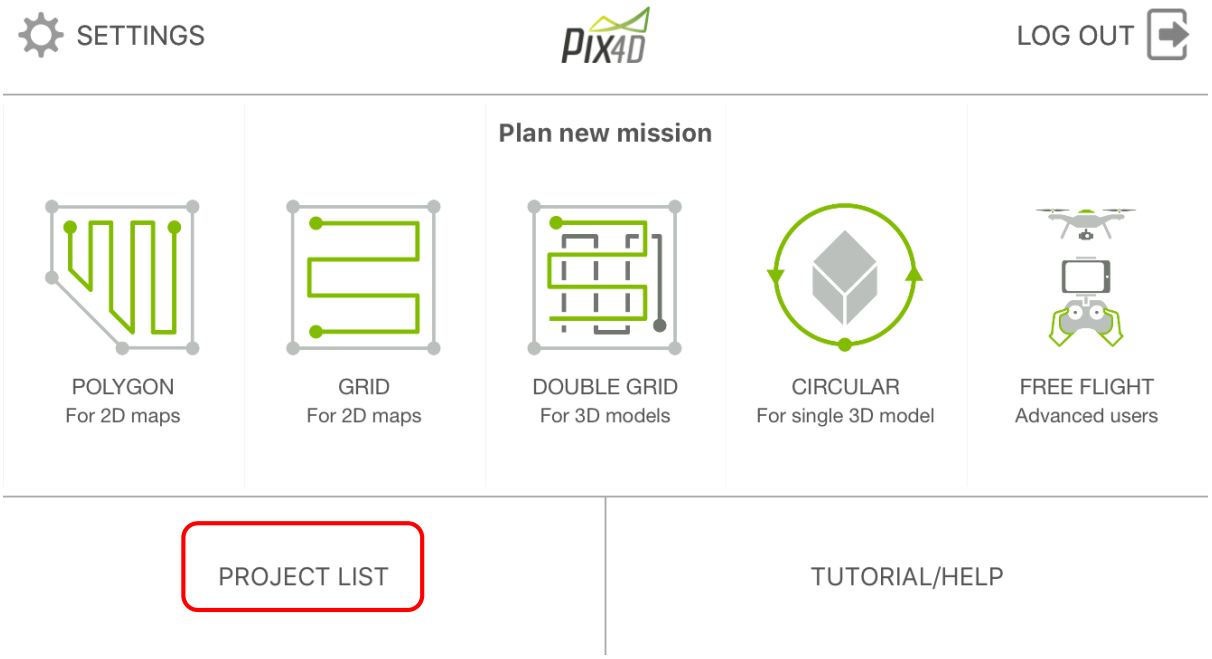
Picture trigger mode : เลือก Safe mode เพื่อให้ขณะบินถ่ายภาพ เมื่อถึงตำแหน่งถ่ายภาพ อากาศยานฯ จะหยุดเคลื่อนที่ทุกครั้ง

Drone Speed : กำหนดความเร็วบินถ่ายภาพของอากาศยานฯ เป็นแบบ Slow+ เพื่อใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ ๗๐ เปอร์เซ็นต์

White balance : เลือกปรับรูรับแสง เป็น Auto

ข้อสังเกต : อากาศยานฯ มีข้อจำกัดด้านเวลาที่ใช้ในการบิน จึงควรสร้างแนวการบินที่ใช้เวลาไม่เกิน ๑๕ นาที เนื่องจากเวลาที่ปรากฏไม่รวมเวลาในการบินขึ้น-ลง (Take Off-Landing) ของอากาศยานฯ หากเวลาจากการสร้างแนวการบินเกิน ๑๕ นาที แนะนำให้ผู้ใช้งานแบ่งบล็อกในการบิน โดยแต่ละบล็อกต้องมีส่วนซ้อนทับระหว่างบล็อกไม่ต่ำกว่า ๑ แนวบิน หรือทำการปรับเพิ่ม-ลดความสูงบิน หรือกำหนดส่วนซ้อนและส่วนเกยของภาพ (Overlap & Side lap) ให้มีความเหมาะสม เพื่อให้ใช้เวลาในการบินสั้นลง

(๔) เมื่อได้แนวบินที่ต้องการแล้ว เลือกปุ่ม**บันทึก Flight Plan** หรือในกรณีที่ต้องการเริ่มวางแนวบินใหม่ ให้กด **Reset Flight Plan** และเมื่อกดบันทึก Flight Plan แล้ว แนวบินที่วางแผนไว้จะอยู่ในแถบ **Project List**



แสดงแถบ Project List

๓.๒.๘ ขั้นตอนการบินสำรวจ

๓.๒.๘.๑ ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะและความพร้อมในการบิน (Flight Check) มีดังนี้

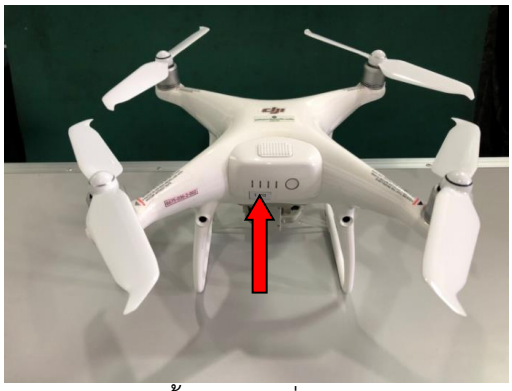
(๑) ประกอบใบพัดเข้ากับมอเตอร์ทั้ง ๔ ด้าน (*ข้อสังเกต* : จะต้องประกอบใบพัดที่มีขอบสีดำเข้ากับมอเตอร์ที่มีจุดสีดำ และประกอบใบพัดที่มีขอบสีเทาเข้ากับมอเตอร์ที่มีจุดสีเทาเท่านั้น)

แสดงการประกอบใบพัดของอากาศยานฯ

(๒) ถอดตัวยึดกล้องออกจากตัวอากาศยานฯ

แสดงตัวยึดกล้องของอากาศยานฯ

(๓) ติดตั้งแบตเตอรี่ของอากาศยานฯ ที่ได้ชาร์จเต็มไว้แล้ว พร้อมตรวจสอบแบตเตอรี่โดยการสังเกตระดับไฟแสดงสีเขียว ๔ ขีด แสดงถึงระดับแบตเตอรี่อยู่ที่ ๗๕-๑๐๐ เปอร์เซ็นต์

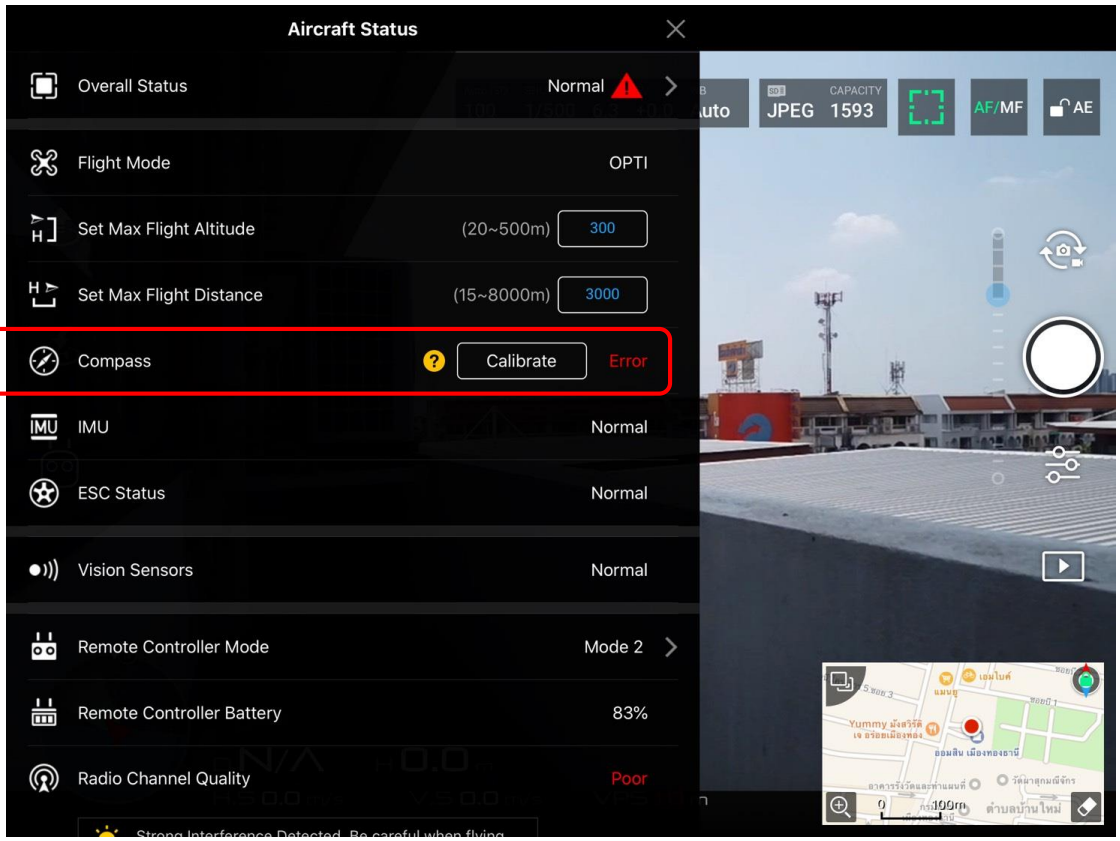


แสดงการติดตั้งแบตเตอรี่ของอากาศยานฯ

(๔) เชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) กับอุปกรณ์แสดงผลที่ได้ชาร์จแบตเตอรี่เต็มไว้แล้ว ด้วยสายสัญญาณ USB พร้อมตรวจสอบคันบังคับและตำแหน่งเสาสัญญาณของอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และปรับโหมด P (Positioning mode) เพื่อให้อากาศยานฯ รักษาตำแหน่งทางราบและความสูงให้อยู่นิ่ง

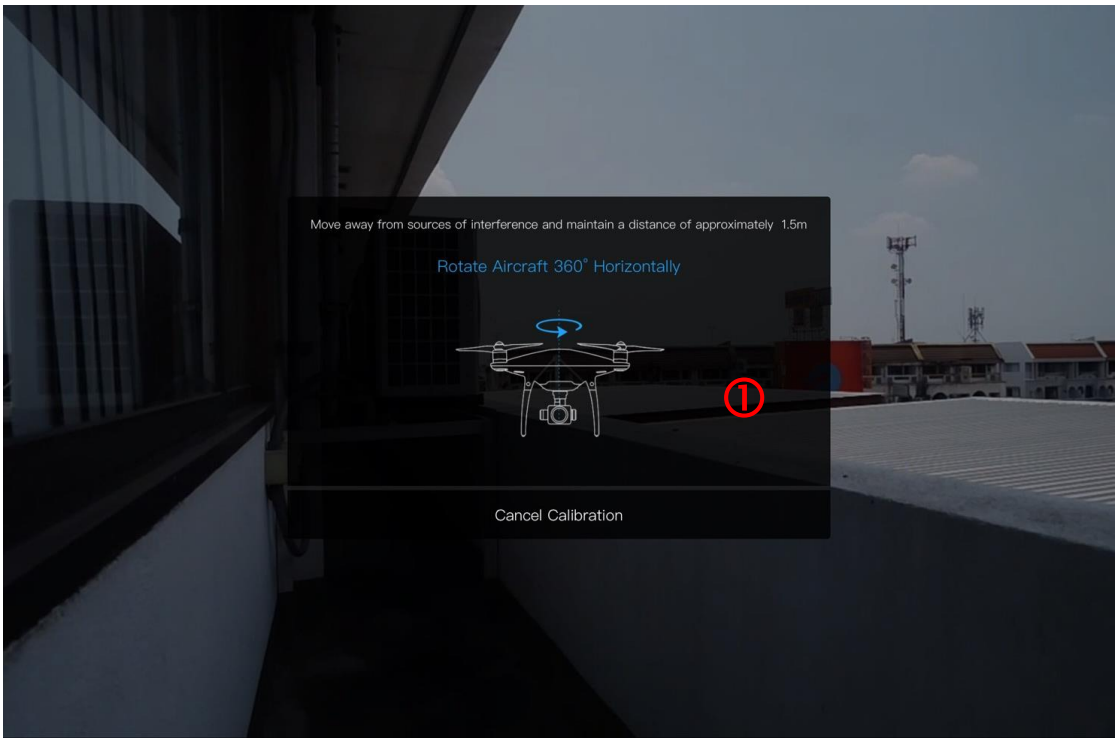
แสดงการประกอบอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) และอุปกรณ์แสดงผล

(๕) เชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) กับอากาศยานฯ ด้วยแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4” จากนั้นดูสถานะต่างๆ ของอากาศยานฯ หากพบแถบสถานะสีแดงและมีข้อความแจ้งเตือนสถานะอื่นใดไม่ปกติ จะไม่สามารถนำอากาศยานฯ ขึ้นบินได้ โดยส่วนมากมักจะแจ้งเตือนให้ทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) จากนั้นเมื่อกดไปที่แถบสถานะสีแดง จะแสดงผลหน้าจอ Aircraft Status ดังนี้



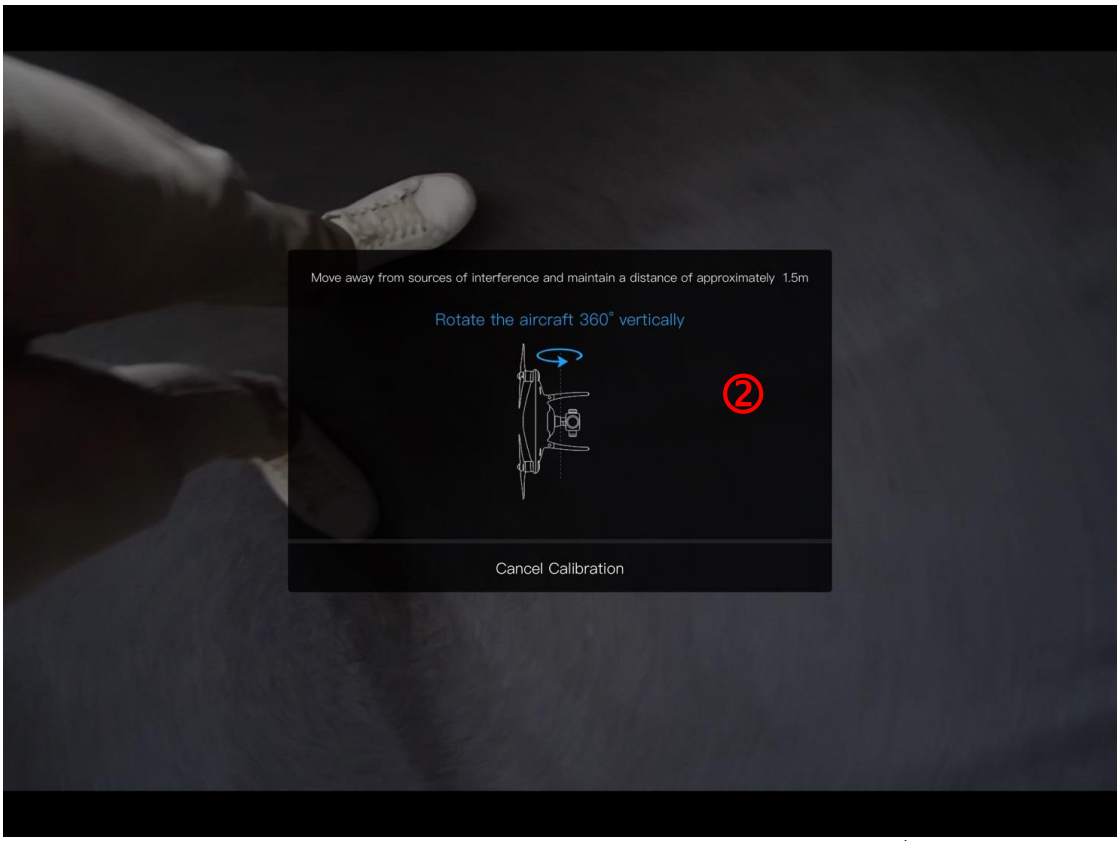
แสดงหน้าจอ Aircraft Status ก่อนทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass)

(๗) ทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) ของอากาศยานฯ โดยเลือกปุ่ม Calibrate ตรงช่อง Compass จะปรากฏหน้าจอแสดงวิธีการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) ตามข้อ ① ให้วางอากาศยานฯ ในแนวราบ แล้วทำการหมุนรอบแกน (Rotate) ตามลูกศรที่ปรากฏในภาพ จนหน้าจอแสดงภาพให้เปลี่ยนการวางอากาศยานในแนวดิ่งตามภาพตามข้อ ② แล้วทำการหมุนรอบแกน (Rotate) ตามลูกศรที่ปรากฏในภาพเช่นกัน หากทำคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) สำเร็จ หน้าต่างจะหายไป แล้วจะปรากฏสถานะ Normal ตามภาพที่ ③ ตรงช่อง Compass (หากมีการแจ้งเตือนให้ทำการคาริเบท IMU ให้ตามคำแนะนำบนหน้าจอจนกว่าจะเปลี่ยนสถานะเป็น Normal)



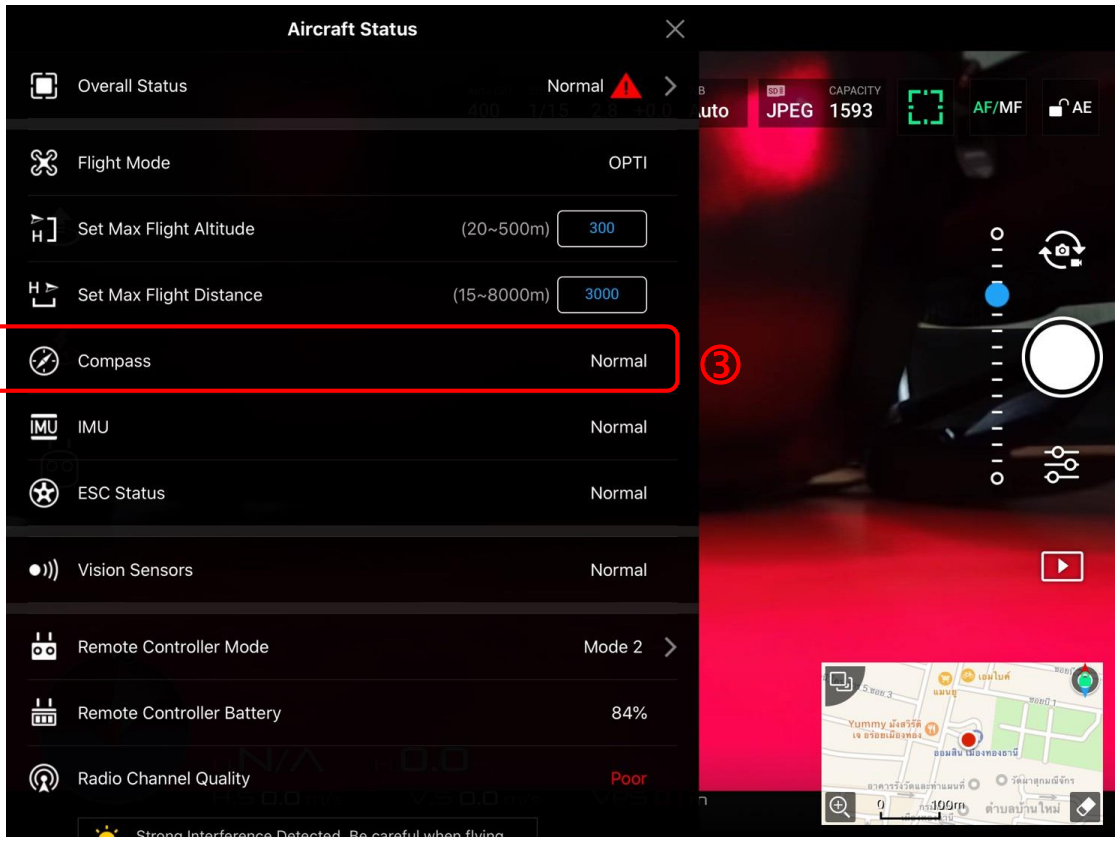
แสดงการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) ในแนวราบ

แสดงการจัดวางอากาศยานฯ เพื่อทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) (๑)



แสดงการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) ในแนวดิ่ง

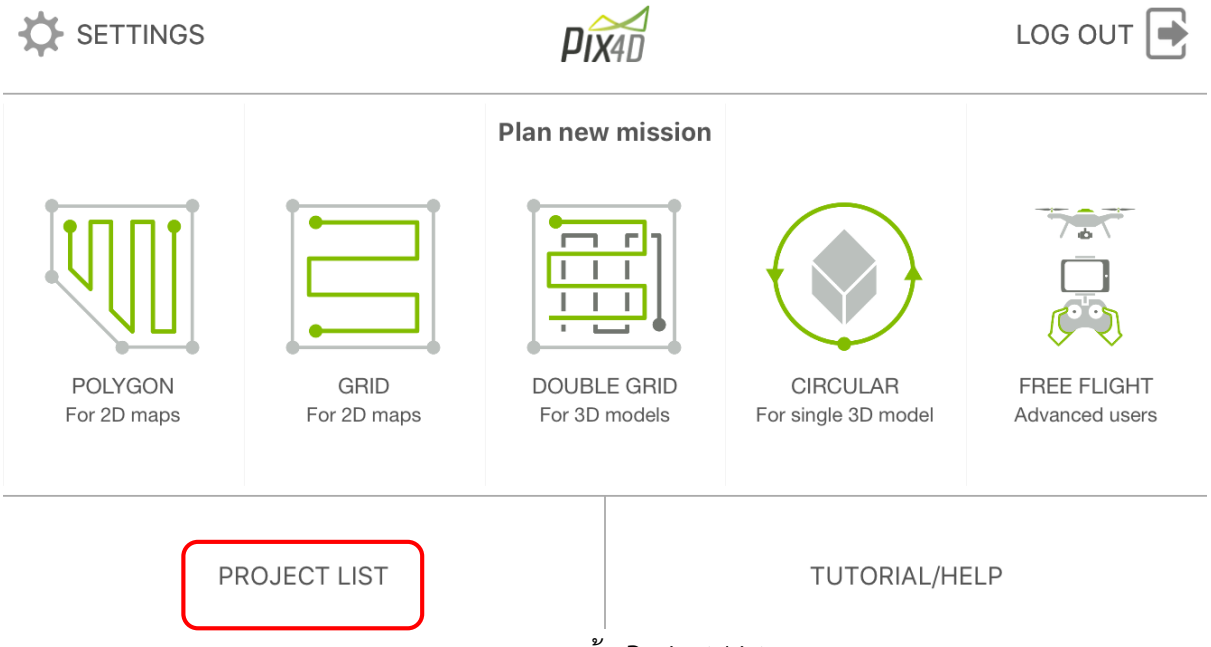
แสดงการจัดวางอากาศยานฯ เพื่อทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass) (๒)



แสดงหน้าจอ Aircraft Status หลังทำการคาริเบทเข็มทิศ (Calibration the Compass)

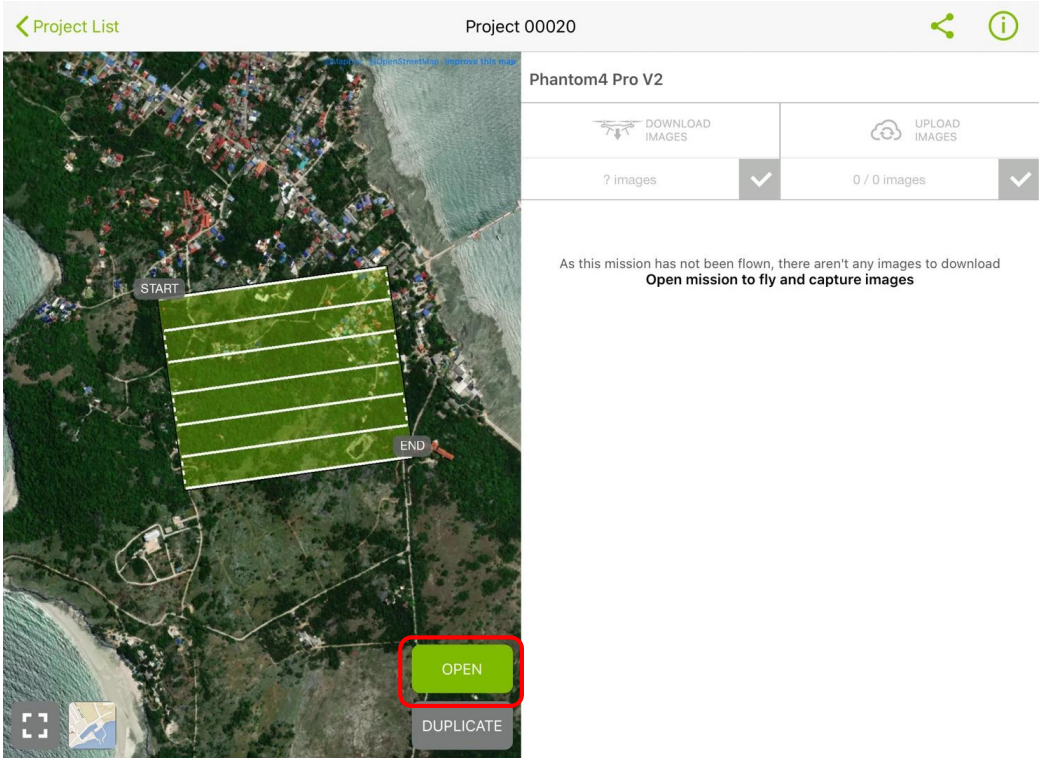
๓.๒.๘.๒ ขั้นตอนการบินถ่ายภาพด้วยอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับชนิดชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ ดังนี้

(๑) เข้าแอปพลิเคชัน (Application) “Pix4D” ทำการเลือกแผนการบินที่ได้วางแผนไว้ใน **Project List**



แสดงการเข้า Project List

จากนั้นเลือกปุ่ม **Open**

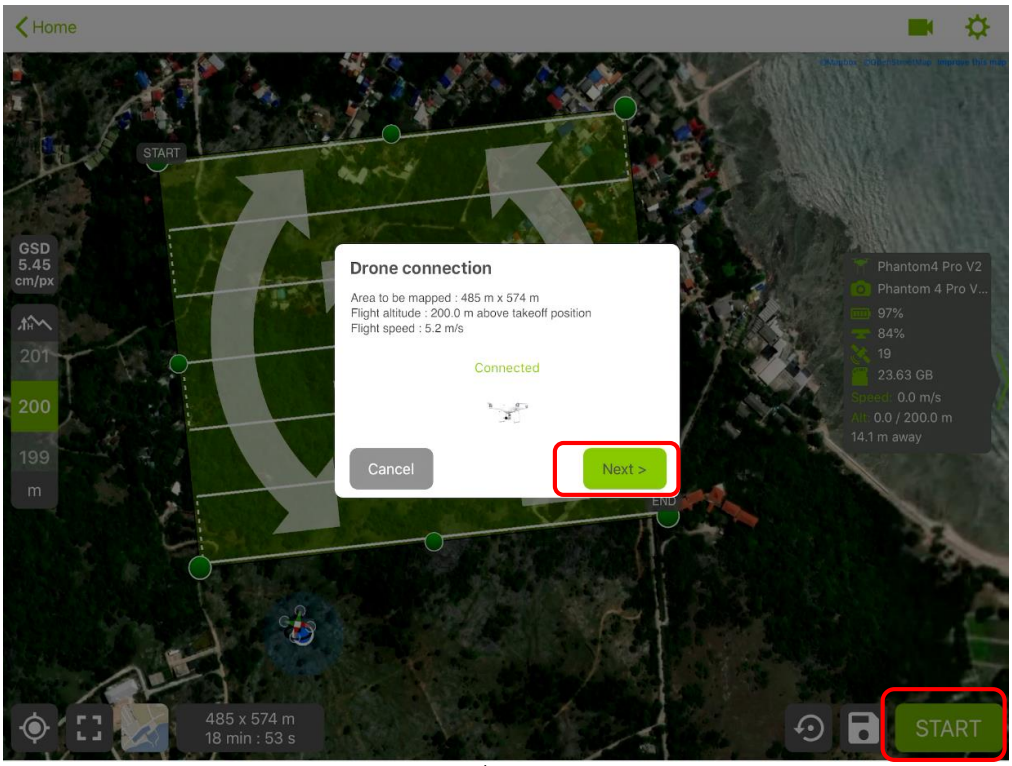


แสดงการเลือกแผนการบิน

(๒) เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) กับอากาศยานฯ ด้วยแอปพลิเคชัน (Application) “DJI GO4” แล้ว ข้อมูลสถานะต่างๆ พร้อมตำแหน่งของอากาศยานฯ (สัญลักษณ์) และตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (สัญลักษณ์) จะปรากฏดังรูป

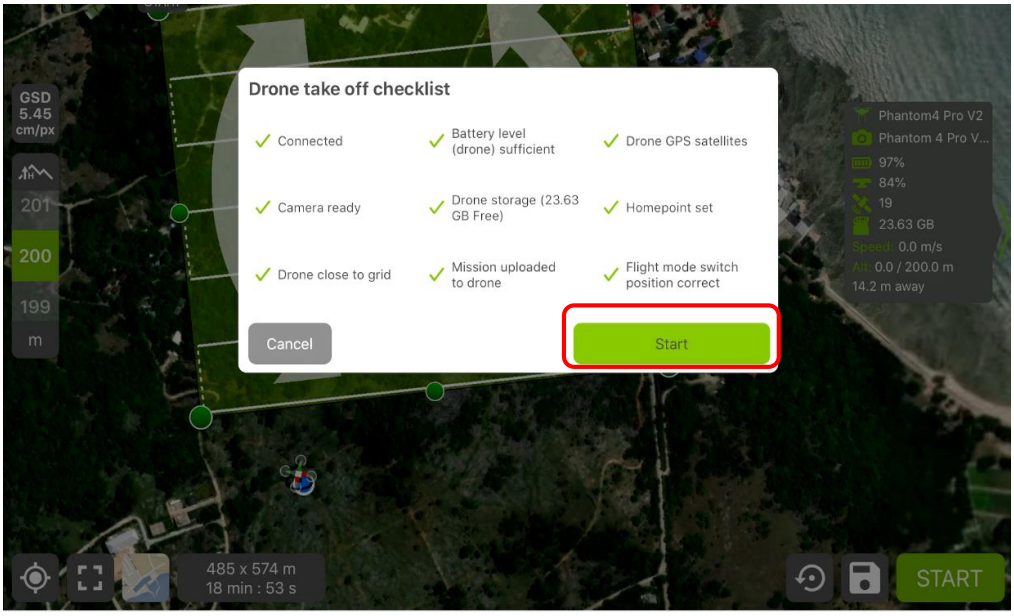
แสดงข้อมูลสถานะต่างๆ พร้อมตำแหน่งของอากาศยานฯ

(๓) ทำการตรวจสอบแผนการบินอีกครั้ง พร้อมทั้งสถานะและความพร้อมในการบิน (Pre-flight check) ของอากาศยานฯ จากนั้นกดปุ่ม **Start** START จะปรากฏหน้าต่างแจ้งเตือนการเชื่อมต่อของอากาศยานฯ เมื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ให้กดปุ่ม **Next**



แสดงหน้าต่างการเชื่อมต่อของอากาศยานฯ

(๔) ตรวจสอบความพร้อมก่อนขึ้นบินตามหน้าต่าง **Drone take off checklist** เมื่อทุกอย่างพร้อมจะปรากฏเครื่องหมายถูกหน้ารายการโดยอัตโนมัติ เมื่อครบทุกข้อ ให้กดปุ่ม **Start**



แสดงหน้าต่าง Drone take off checklist

(๕) อากาศยานฯ จะเริ่มบินขึ้นในแนวดิ่งจนได้ตามความสูงบินตามที่กำหนดไว้ในแผนการบิน จากนั้นจะเริ่มบินไปยังจุดเริ่มถ่ายภาพ (START) และถ่ายภาพตามพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ ผู้ใช้งานจะต้องคอยสังเกตการณ์การทำงานของอากาศยานฯ เมื่อจบภารกิจ (END) อากาศยานฯ จะบินกลับมาโดยใช้ความสูงบินเดิม และเมื่อถึงตำแหน่งลงจอด อากาศยานฯ จะทำการลดระดับความสูงบินจนถึงพื้น และหยุดการทำงานของมอเตอร์ใบพัดโดยอัตโนมัติ

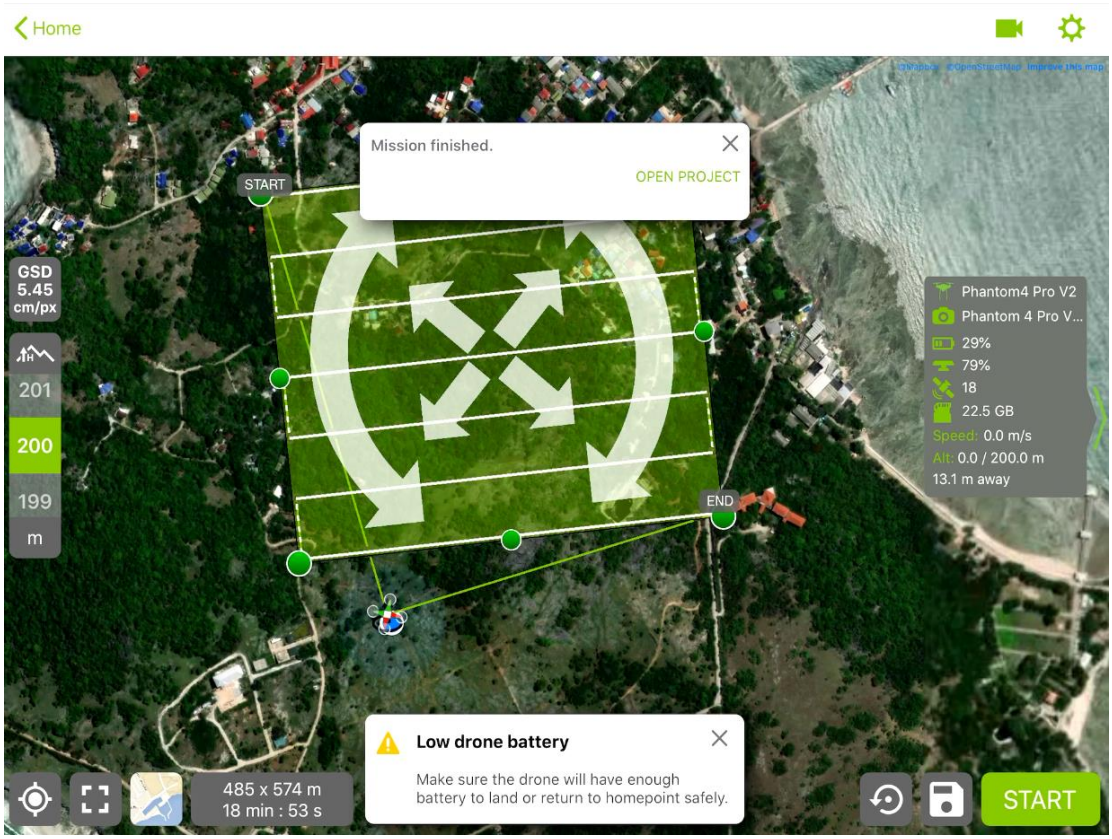
แสดง Taking off

แสดง Going to mission

แสดง In mission

แสดง Going to land

แสดง landing

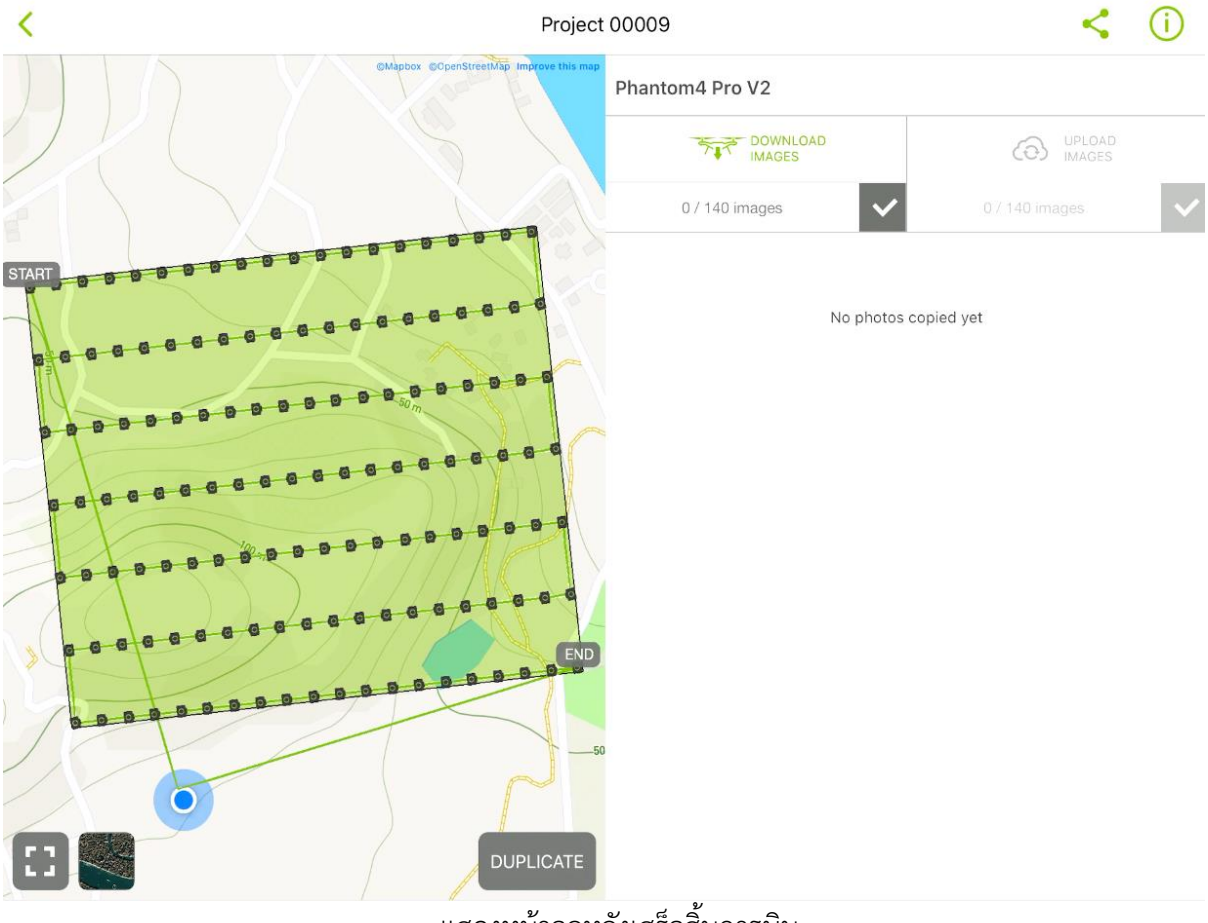


แสดง Mission finished

หมายเหตุ

- กรอบบนขวาถ่ายทอดภาพจากกล้องแบบตามเวลาจริง
- สัญลักษณ์กล้องถ่ายภาพ แสดงตำแหน่งถ่ายภาพตามระยะ โดยกำหนดจากส่วนซ้อนด้านหน้า

(๖) เมื่อเสร็จสิ้นการบิน จะปรากฏจำนวนภาพถ่ายที่บินถ่ายภาพได้ทั้งหมด ผู้ใช้งานสามารถเลือกเครื่องหมายถูกให้แสดงถาพที่ถ่ายได้ และสามารถอัปโหลดภาพได้ หรือนำภาพออกจากหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ในภายหลังสำหรับใช้ในการประมวลผลต่อไป



แสดงหน้าจอหลังเสร็จสิ้นการบิน

(๗) ทำการปิดเครื่องอากาศยานฯ และอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Remote Control) โดยการกดปุ่มหนึ่งครั้งปล่อยแล้วกดค้างไว้จนกระทั่งไฟแสดงสีเขียวดับ และทำการจัดเก็บอุปกรณ์

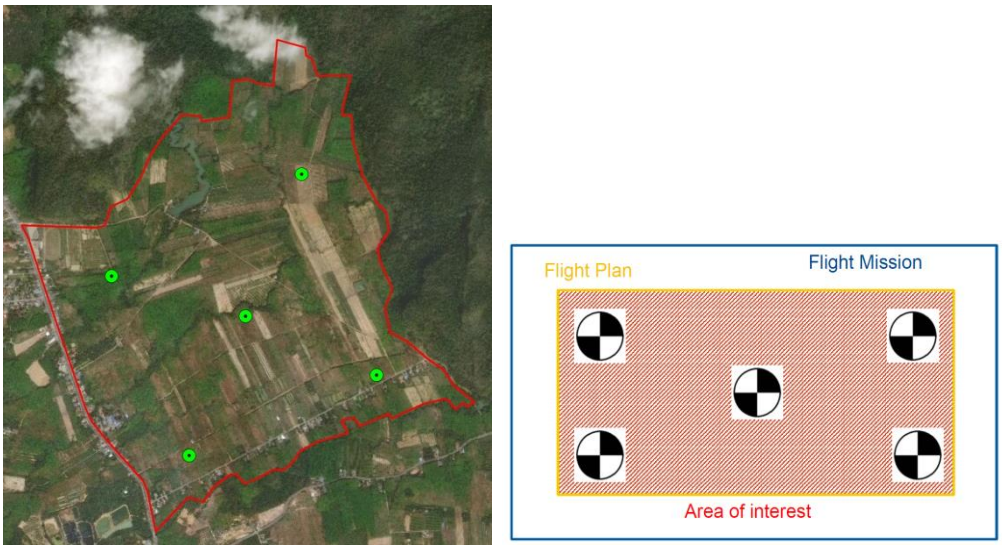
บทที่ ๔

การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

ปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับได้นำมาประยุกต์ใช้ในการบินถ่ายภาพทางอากาศเพื่อให้ได้ภาพถ่ายทางอากาศที่เหมาะสมกับงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน มีความเป็นปัจจุบันของข้อมูล และมีความรวดเร็ว ซึ่งสามารถตอบสนองภารกิจเร่งด่วนที่ต้องการข้อมูลภาพถ่ายทาง อากาศที่มีความทันสมัย ในงบประมาณและเวลาที่จำกัดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของภารกิจที่ได้รับ กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการปฏิบัติงานเพื่อ วางแผนในการบินถ่ายภาพ กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

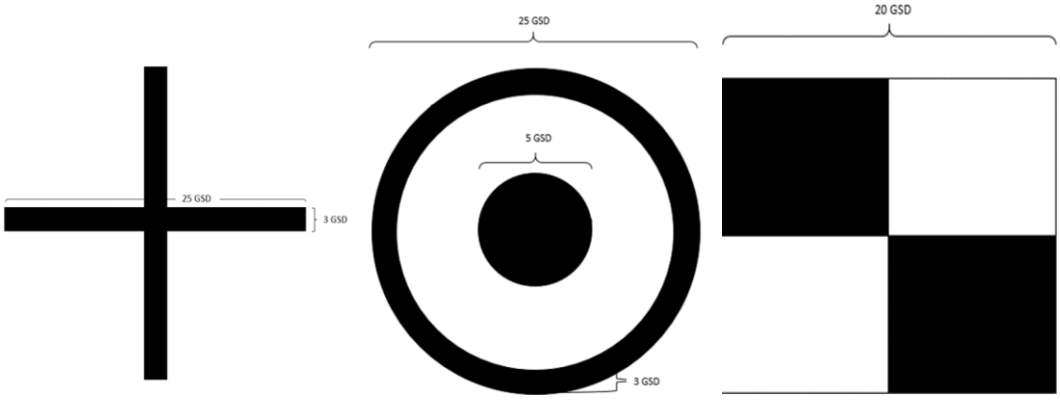
๔.๑ จุดควบคุมภาคพื้นดิน หรือ Ground Control Point (GCP)

จุดควบคุมภาคพื้นดิน หรือ Ground Control Point (GCP) คือ จุดที่ปรากฏบนภาพถ่ายที่มีลักษณะเด่นชัด สามารถชี้จากตำแหน่งบนภาพได้อย่างชัดเจน ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและเหมาะสมบนภาพถ่าย ใช้สำหรับการตรึงภาพถ่ายหรือดัดแก้ภาพถ่ายให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น สามารถทราบค่าพิกัดด้วยวิธีการรังวัดจุดตรวจสอบด้วยเครื่องหาพิกัดด้วยดาวเทียมระบบ GNSS เป็นต้น พื้นที่บล็อกที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมผืนผ้า จุดควบคุมภาคพื้นดิน หรือ Ground Control Point (GCP) ต้องมีจำนวนอย่างน้อย ๕ จุด (ถ้าอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม คือ มุมบล็อก ๔ จุด กลางบล็อก ๑ จุด) ควรจะมีจำนวน GCP อย่างน้อย ๕ จุดใน บล็อกภาพถ่าย จุดตำแหน่งของ GCP ควรจะอยู่ในพื้นที่ที่สนใจของภาพ



ภาพแสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP)

การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) ในงาน Photogrammetry แบบเดิมนั้นได้ ๒ ประเภท คือแบบ Well defined point เป็นจุดในพื้นที่ที่สามารถชี้ได้ชัดตรงกันบนภาพถ่าย เช่น มุมรั้ว มุมทางเท้า มุมเส้นจราจร แนวจุดตัดทางร่วมทางแยก เป็นต้น และแบบ Signalized point เป็นจุดเป้าที่สร้างขึ้นมา การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและเหมาะสมบนภาพถ่าย (Correct Position) ต้องชี้จำแนกได้อย่างถูกต้องทั้งในภูมิประเทศและบนรูปถ่าย (Positively Identifiable) ต้องมีความคมชัดและเห็นได้เด่นชัดในทุกภาพที่ปรากฏ (Sharp and Well defined) ควรจะมีการเดินทางเข้าถึงที่สะดวก (Fairly Accessible) ต้องทำเครื่องหมายบนรูปอย่างเฉพาะเจาะจง และเขียนคำอธิบายอย่างชัดเจน (Properly Marked and Documented)



ภาพตัวอย่างการสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP)
และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

ภาพตัวอย่างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) ที่มีขนาดและสีที่เหมาะสมมีความคมชัดและเห็นได้เด่นชัดในทุกภาพที่ปรากฏ

๔.๒ จุดตรวจสอบภาพ หรือ Check Point (CP)

จุดตรวจสอบภาพ หรือ Check Point (CP) คือ จุดที่ปรากฏบนภาพถ่ายที่มีลักษณะเด่นชัด สามารถชี้จากตำแหน่งบนภาพได้อย่างชัดเจน หรือการวางเป้า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของภาพถ่าย สามารถทราบค่าพิกัดด้วยวิธีการรังวัดจุดตรวจสอบด้วยเครื่องหาพิกัดด้วยดาวเทียมระบบ GNSS ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนโดยใช้ค่าพิกัดที่รังวัดได้จริงเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่รังวัดได้จากภาพถ่ายที่ได้จากการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ

ภาพแสดงตำแหน่งจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

๔.๓ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

(๑) เครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller)CHC รุ่น HCE ๓๐๐

(๒) เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐

(๓) อุปกรณ์วัดความสูง

(๔) ฐาน (Tribrach) สำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i80

(๕) ขาตั้ง GCS ขนาดใหญ่แบบ Tripod

(๖) สายสัญญาณเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐

(๗) เสาต่อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐ แบบยาว ①
เสาต่อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐ แบบสั้น ②

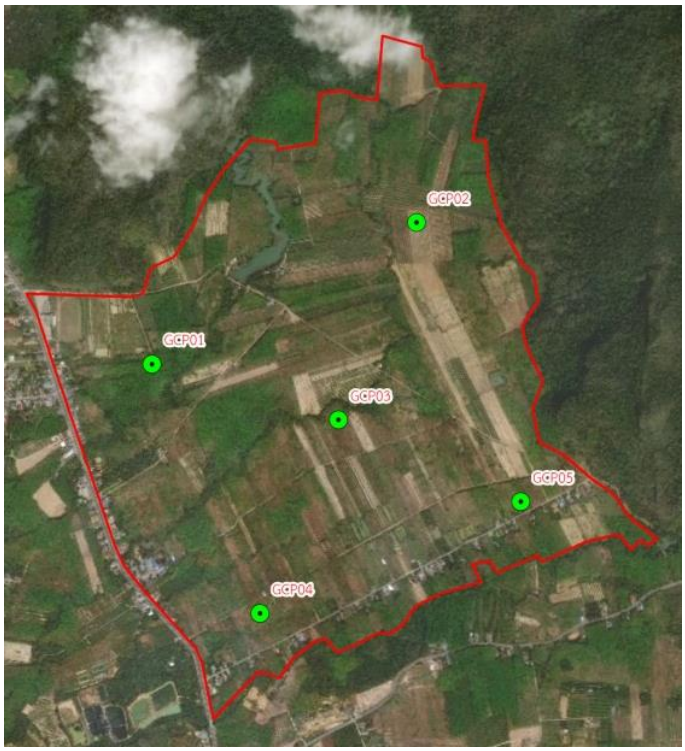
เสา Whip antenna ส่งสัญญาณระหว่างอากาศยานกับสถานีควบคุม ③
แผ่นเหล็กสำหรับช่วยวัดความสูงของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐ ④

(๘) เป้าสำหรับการสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) สีเทา-แดง และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ขนาดความกว้าง ๑ เมตร ความยาว ๑ เมตร ใช้แผ่นพลาสติกลูกฟูกเป็นวัสดุในการจัดทำ

๔.๔ ขั้นตอนการวางแผนปฏิบัติงาน สร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

๔.๔.๑ จัดทำแผนที่สังเขปเพื่อกำหนดตำแหน่งการวางจุดควบคุม

การจัดทำแผนที่สังเขปเพื่อกำหนดตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ควรจะกำหนดตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ให้มีความกระจายตัวอย่างเหมาะสมและสามารถเข้าถึงจุดที่จะทำการวางได้อย่างง่ายเพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานจริง



ภาพแสดงการกำหนดตำแหน่งการจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP)

๔.๔.๒ การเข้าสำรวจพื้นที่

การเข้าสำรวจพื้นที่บริเวณที่จะทำการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) นั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะทำให้ทราบว่าจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ที่ได้วางแผนมาข้างต้น สามารถใช้ในการปฏิบัติงานได้จริงหรือไม่ หากว่าจุดที่วางแผนไว้ไม่สามารถเข้าพื้นที่ได้ จะสามารถกำหนดจุดที่เหมาะสมได้ทันที ในการเข้าสำรวจพื้นที่ควรจะมีเจ้าของพื้นที่ เช่น เจ้าของที่ดิน ฝ่ายปกครองท้องที่ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในพื้นที่ เป็นต้น เข้าสำรวจพื้นที่ด้วย เพื่อความปลอดภัย รวดเร็วในการทำงาน หากเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินจะได้สามารถติดต่อกับหน่วยงานอื่นได้ทันท่วงที

ภาพแสดงการเข้าสำรวจพื้นที่เพื่อตรวจสอบการเข้าถึงการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

๔.๔.๓ การปรับแก้ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ก่อนการปฏิบัติงาน

หลังจากการเข้าสำรวจพื้นที่ ทำให้ทราบถึงอุปสรรคในการเข้าถึงพื้นที่ปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้ว ต้องมีการประชุมสรุปเพื่อปรับแก้ตำแหน่งการวางวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) อีกครั้ง พร้อมแบ่งหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ภาคสนามแต่ละทีม

ภาพการประชุมปรับแก้ตำแหน่งการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) หลังจากการเข้าสำรวจพื้นที่

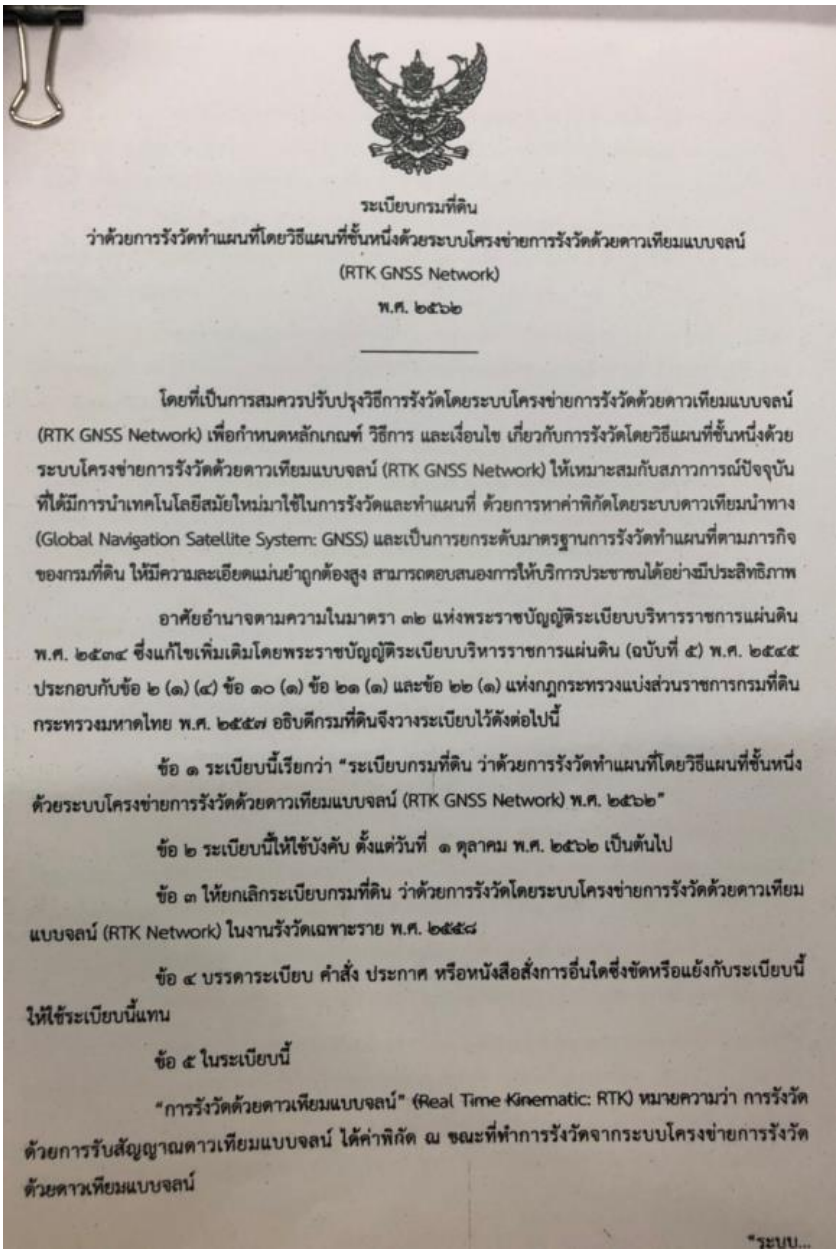
๔.๔.๔ การตรวจสอบการรับสัญญาณของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS

การตรวจสอบการับสัญญาณของเครื่องรับสัญญาณสามารถตรวจสอบค่าพิกัดที่ได้จากการรับสัญญาณจากหมุดตรวจสอบที่สำนักงานที่ดินในบริเวณที่จะทำการปฏิบัติงาน

ภาพตัวอย่างการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ที่สำนักงานที่ดินในบริเวณที่จะปฏิบัติงาน

ภาพตัวอย่างการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ที่สำนักงานที่ดินในบริเวณที่จะปฏิบัติงาน

การตรวจสอบการรับสัญญาณของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ใช้วิธีการรังวัดตามระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒ ใช้วิธีการรังวัดตามรูปแบบหมุดดาวเทียม RTK Network ค่าพีดอป (PDOP) ขณะทำการรังวัดไม่เกิน ๕.๐ ค่าอาร์เอ็มเอส (RMS) ในทางราบไม่เกิน ๓.๐ เซนติเมตร ผลการรังวัดเป็นแบบฟิกซ์ (Fixed) รับสัญญาณดาวเทียมทุก ๑ วินาที และได้ข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียม ไม่น้อยกว่า ๖๐ วินาที อย่างต่อเนื่อง ๓ ครั้ง



ระเบียบกรมที่ดิน
ว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์
(RTK GNSS Network)
พ.ศ. ๒๕๖๒

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงวิธีการรังวัดโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข เกี่ยวกับการรังวัดโดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ให้เหมาะสมกับสภาวการณ์ปัจจุบันที่ได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการรังวัดและทำแผนที่ ด้วยการหาค่าพิกัดโดยระบบดาวเทียมนำทาง (Global Navigation Satellite System: GNSS) และเป็นการยกระดับมาตรฐานการรังวัดทำแผนที่ตามภารกิจของกรมที่ดิน ให้มีความละเอียดแม่นยำถูกต้องสูง สามารถตอบสนองการให้บริการประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕ ประกอบกับข้อ ๒ (๑) (๔) ข้อ ๑๐ (๑) ข้อ ๒๑ (๑) และข้อ ๒๒ (๑) แห่งกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. ๒๕๕๗ อธิบดีกรมที่ดินจึงวางระเบียบไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ระเบียบนี้เรียกว่า "ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒"

ข้อ ๒ ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับ ตั้งแต่วันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK Network) ในงานรังวัดเฉพาะราย พ.ศ. ๒๕๕๘

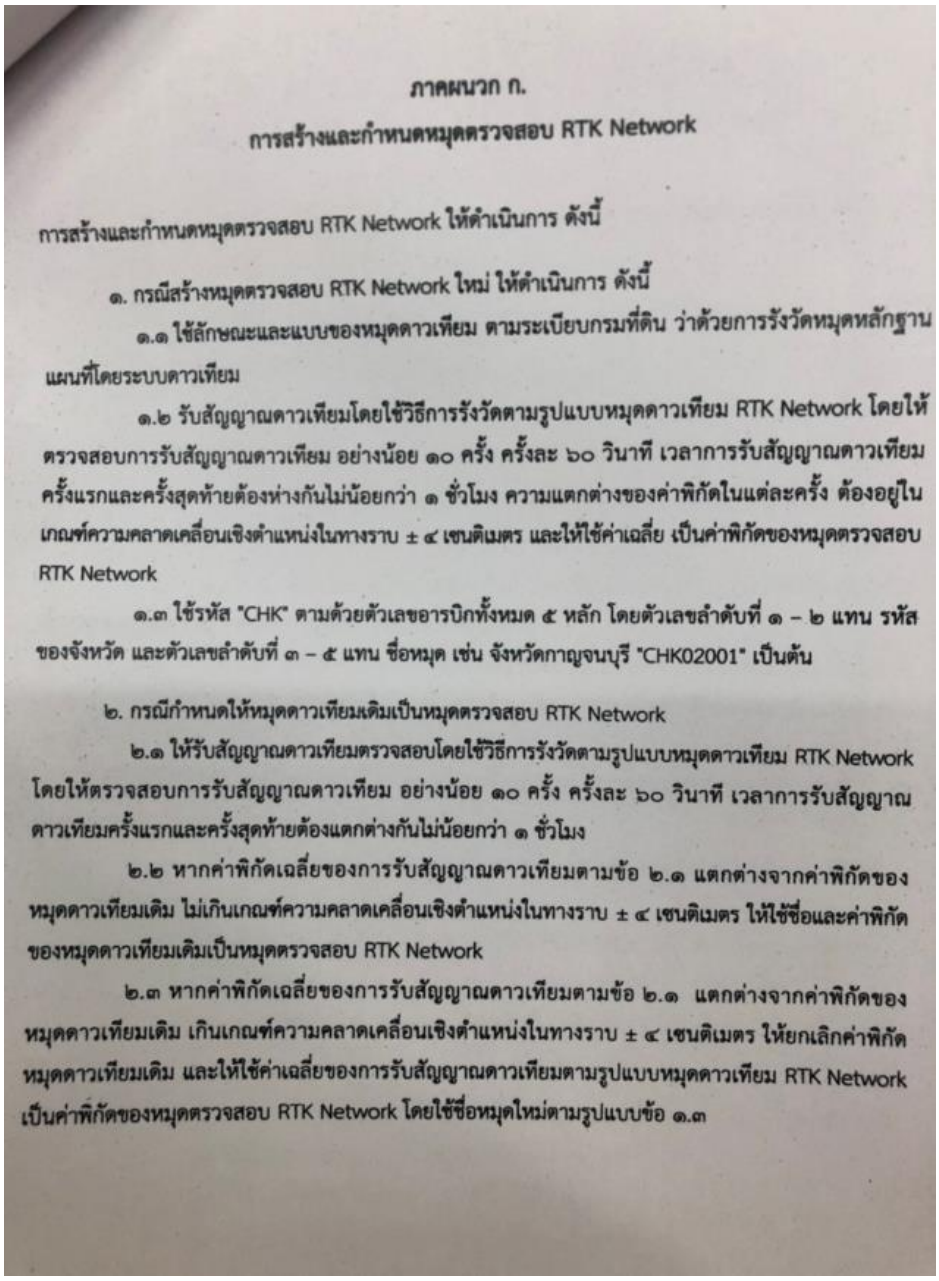
ข้อ ๔ บรรดาระเบียบ คำสั่ง ประกาศ หรือหนังสือสั่งการอื่นใดซึ่งขัดหรือแย้งกับระเบียบนี้ ให้ใช้ระเบียบนี้แทน

ข้อ ๕ ในระเบียบนี้

"การรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์" (Real Time Kinematic: RTK) หมายความว่า การรังวัดด้วยการรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ ได้ค่าพิกัด ณ ขณะที่ทำการรังวัดจากระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์

"ระบบ...

ภาพตัวอย่างระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒



ภาคผนวก ก.

การสร้างและกำหนดหมุดตรวจสอบ RTK Network

การสร้างและกำหนดหมุดตรวจสอบ RTK Network ให้ดำเนินการ ดังนี้

๑. กรณีสร้างหมุดตรวจสอบ RTK Network ใหม่ ให้ดำเนินการ ดังนี้

๑.๑ ใช้ลักษณะและแบบของหมุดดาวเทียม ตามระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม

๑.๒ รับสัญญาณดาวเทียมโดยใช้วิธีการรังวัดตามรูปแบบหมุดดาวเทียม RTK Network โดยให้ตรวจสอบการรับสัญญาณดาวเทียม อย่างน้อย ๑๐ ครั้ง ครั้งละ ๖๐ วินาที เวลาการรับสัญญาณดาวเทียมครั้งแรกและครั้งสุดท้ายต้องห่างกันไม่น้อยกว่า ๑ ชั่วโมง ความแตกต่างของค่าพิกัดในแต่ละครั้ง ต้องอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ ± ๔ เซนติเมตร และให้ใช้ค่าเฉลี่ย เป็นค่าพิกัดของหมุดตรวจสอบ RTK Network

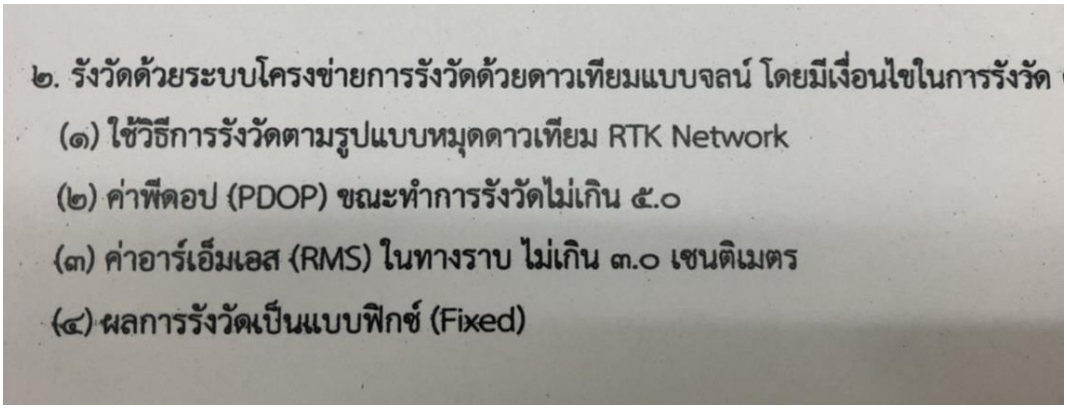
๑.๓ ใช้รหัส "CHK" ตามด้วยตัวเลขอารบิกทั้งหมด ๕ หลัก โดยตัวเลขลำดับที่ ๑ – ๒ แทน รหัสของจังหวัด และตัวเลขลำดับที่ ๓ – ๕ แทน ชื่อหมุด เช่น จังหวัดกาญจนบุรี "CHK02001" เป็นต้น

๒. กรณีกำหนดให้หมุดดาวเทียมเดิมเป็นหมุดตรวจสอบ RTK Network

๒.๑ ให้รับสัญญาณดาวเทียมตรวจสอบโดยใช้วิธีการรังวัดตามรูปแบบหมุดดาวเทียม RTK Network โดยให้ตรวจสอบการรับสัญญาณดาวเทียม อย่างน้อย ๑๐ ครั้ง ครั้งละ ๖๐ วินาที เวลาการรับสัญญาณดาวเทียมครั้งแรกและครั้งสุดท้ายต้องแตกต่างกันไม่น้อยกว่า ๑ ชั่วโมง

๒.๒ หากค่าพิกัดเฉลี่ยของการรับสัญญาณดาวเทียมตามข้อ ๒.๑ แตกต่างจากค่าพิกัดของหมุดดาวเทียมเดิม ไม่เกินเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ ± ๔ เซนติเมตร ให้ใช้ชื่อและค่าพิกัดของหมุดดาวเทียมเดิมเป็นหมุดตรวจสอบ RTK Network

๒.๓ หากค่าพิกัดเฉลี่ยของการรับสัญญาณดาวเทียมตามข้อ ๒.๑ แตกต่างจากค่าพิกัดของหมุดดาวเทียมเดิม เกินเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ ± ๔ เซนติเมตร ให้ยกเลิกค่าพิกัดหมุดดาวเทียมเดิม และให้ใช้ค่าเฉลี่ยของการรับสัญญาณดาวเทียมตามรูปแบบหมุดดาวเทียม RTK Network เป็นค่าพิกัดของหมุดตรวจสอบ RTK Network โดยใช้ชื่อหมุดใหม่ตามรูปแบบข้อ ๑.๓



๒. รังวัดด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ โดยมีเงื่อนไขในการรังวัด

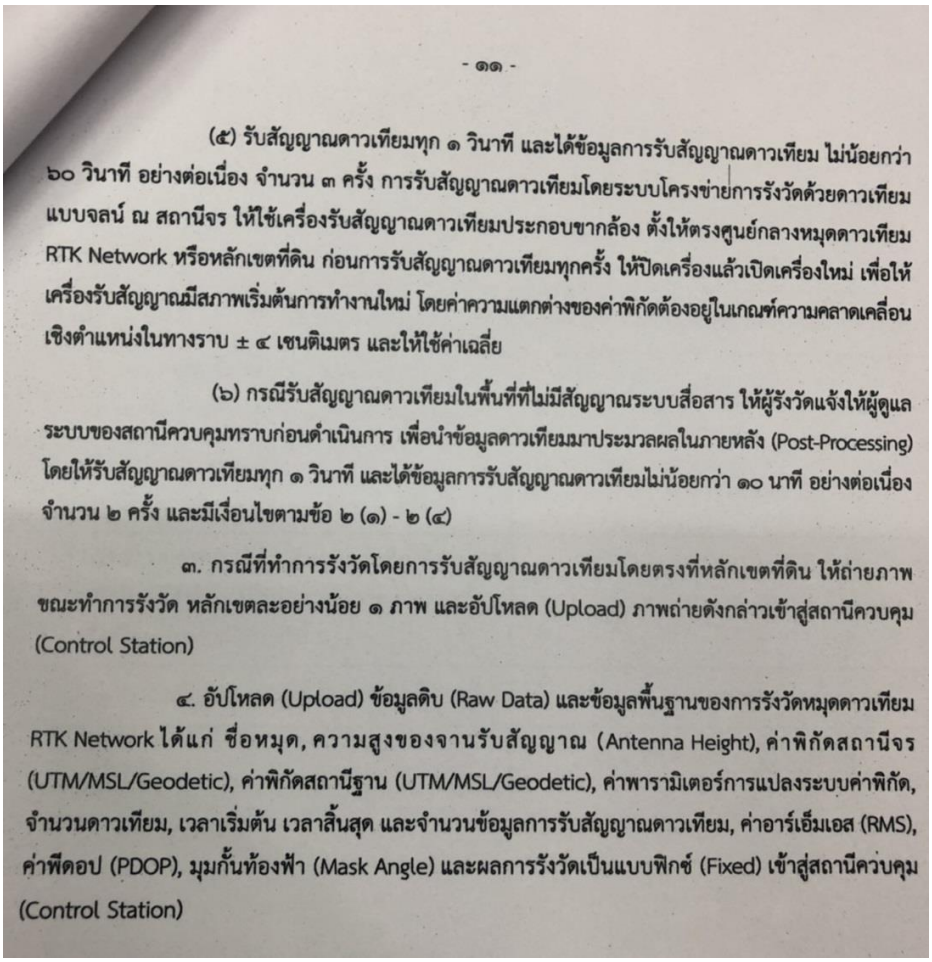
(๑) ใช้วิธีการรังวัดตามรูปแบบหมุดดาวเทียม RTK Network

(๒) ค่าพีดอป (PDOP) ขณะทำการรังวัดไม่เกิน ๕.๐

(๓) ค่าอาร์เอ็มเอส (RMS) ในทางราบ ไม่เกิน ๓.๐ เซนติเมตร

(๔) ผลการรังวัดเป็นแบบฟิกซ์ (Fixed)

ภาพตัวอย่างระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒



- ๑๑ -

(๕) รับสัญญาณดาวเทียมทุก ๑ วินาที และได้ข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียม ไม่น้อยกว่า ๖๐ วินาที อย่างต่อเนื่อง จำนวน ๓ ครั้ง การรับสัญญาณดาวเทียมโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ ณ สถานีจร ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมประกอบขากล้อง ตั้งให้ตรงศูนย์กลางหมุดดาวเทียม RTK Network หรือหลักเขตที่ดิน ก่อนการรับสัญญาณดาวเทียมทุกครั้ง ให้ปิดเครื่องแล้วเปิดเครื่องใหม่ เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณมีสภาพเริ่มต้นการทำงานใหม่ โดยค่าความแตกต่างของค่าพิกัดต้องอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ ± ๔ เซนติเมตร และให้ใช้ค่าเฉลี่ย

(๖) กรณีรับสัญญาณดาวเทียมในพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณระบบสื่อสาร ให้ผู้รังวัดแจ้งให้ผู้ดูแลระบบของสถานีควบคุมทราบก่อนดำเนินการ เพื่อนำข้อมูลดาวเทียมมาประมวลผลในภายหลัง (Post-Processing) โดยให้รับสัญญาณดาวเทียมทุก ๑ วินาที และได้ข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมไม่น้อยกว่า ๑๐ นาที อย่างต่อเนื่อง จำนวน ๒ ครั้ง และมีเงื่อนไขตามข้อ ๒ (๑) - ๒ (๔)

๓. กรณีที่ทำการรังวัดโดยการรับสัญญาณดาวเทียมโดยตรงที่หลักเขตที่ดิน ให้ถ่ายภาพขณะทำการรังวัด หลักเขตละอย่างน้อย ๑ ภาพ และอัปโหลด (Upload) ภาพถ่ายดังกล่าวเข้าสู่สถานีควบคุม (Control Station)

๔. อัปโหลด (Upload) ข้อมูลดิบ (Raw Data) และข้อมูลพื้นฐานของการรังวัดหมุดดาวเทียม RTK Network ได้แก่ ชื่อหมุด, ความสูงของจานรับสัญญาณ (Antenna Height), ค่าพิกัดสถานีจร (UTM/MSL/Geodetic), ค่าพิกัดสถานีฐาน (UTM/MSL/Geodetic), ค่าพารามิเตอร์การแปลงระบบค่าพิกัด, จำนวนดาวเทียม, เวลาเริ่มต้น เวลาสิ้นสุด และจำนวนข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียม, ค่าอาร์เอ็มเอส (RMS), ค่าพีดอป (PDOP), มุมกั้นท้องฟ้า (Mask Angle) และผลการรังวัดเป็นแบบฟิกซ์ (Fixed) เข้าสู่สถานีควบคุม (Control Station)

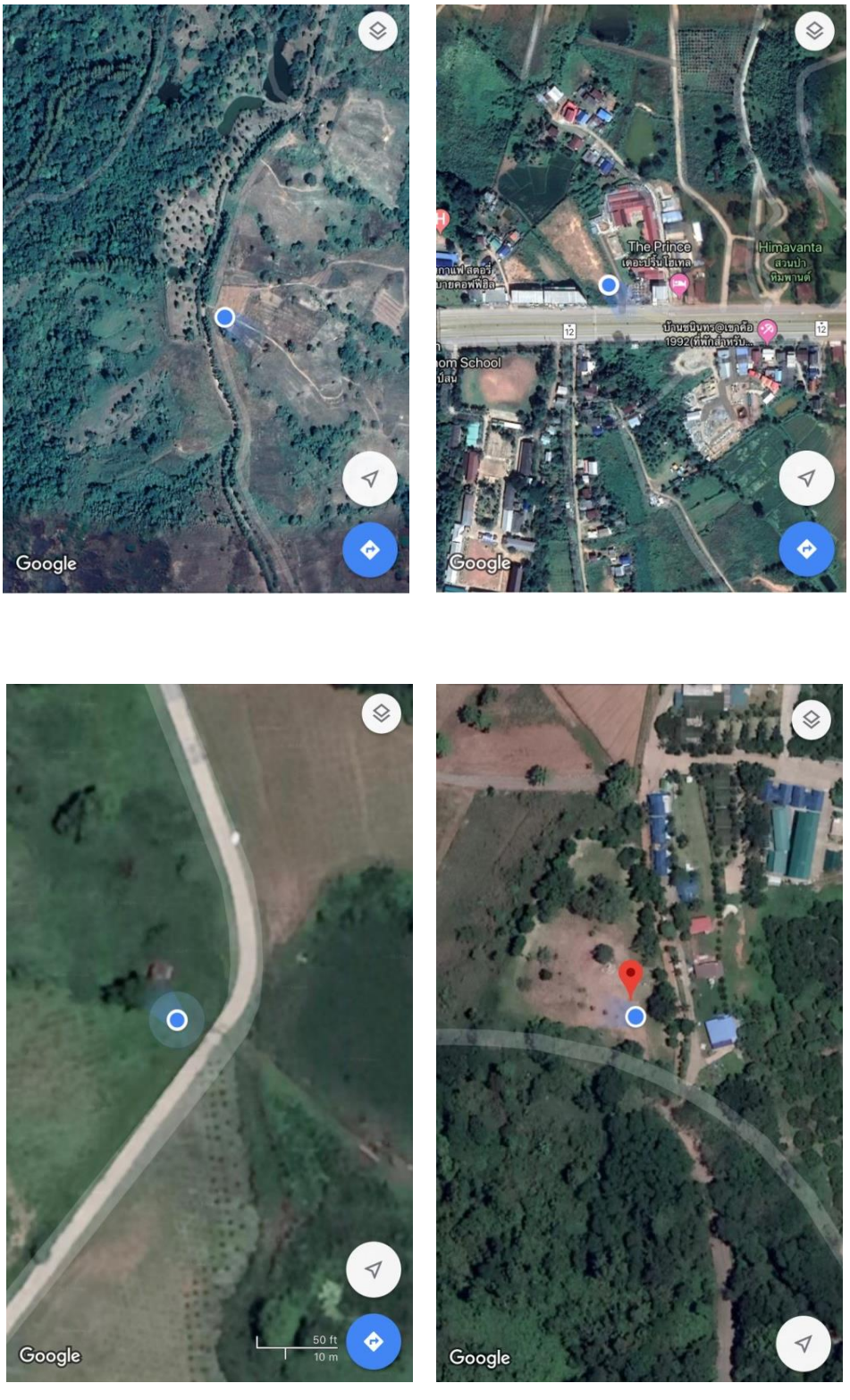
ภาพตัวอย่างระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒

๔.๕ การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) นั้น ต้องทำการเข้าพื้นที่ที่ได้ทำการวางแผนไว้ในแต่ละจุด ทำการวางเป้าตามจุดที่ได้วางแผนไว้ และทำการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ด้วยวิธีการเดียวกันกับหมุดตรวจสอบที่ทำการรังวัดที่สำนักงานที่ดิน โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานดังนี้

๔.๕.๑ จุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

การวางตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) ให้วางในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่จะทำการวางเป้าจากแผนที่แสดงตำแหน่ง Google map ตามที่ได้วางแผนไว้



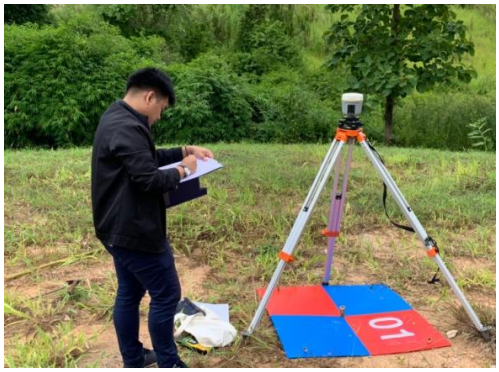
ภาพตัวอย่างการแสดงตำแหน่งของจุดที่จะทำการจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

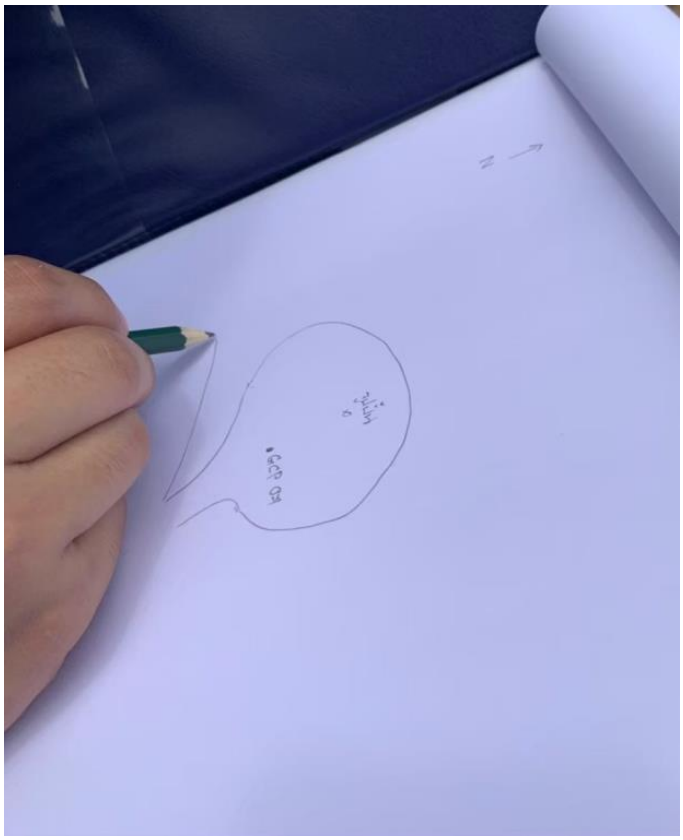
การวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) โดยใช้การวางเป้าหรือจุดที่มีลักษณะของจุดที่มีการมองเห็นจากการถ่ายภาพได้ชัดเจน (Well define) เช่น มุมของแปลงที่ดิน คันนา เส้นมุมของถนน เป็นต้น ตำแหน่งที่ใช้ในการวางเป้านั้นควรมีลักษณะของภูมิประเทศที่ราบเรียบ ควรเป็นที่ที่มีความโล่งแจ้งไม่มีสิ่งใดปกคลุมหรือเป็นสิ่งกีดขวาง เพื่อให้ไม่เป็นอุปสรรคในการบินถ่ายภาพของอากาศยานไร้คนขับ และทำการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ด้วยวิธีการเดียวกันกับหมุดตรวจสอบที่ทำการรังวัดที่สำนักงานที่ดิน

ภาพตัวอย่างการวางเป้าที่จะทำการจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

๔.๕.๒ การเขียนรายการรังวัด (เชนสนาม)

เพื่อแสดงรายละเอียดและตำแหน่งของจุดควบคุมภาคพื้นดินGround control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP)

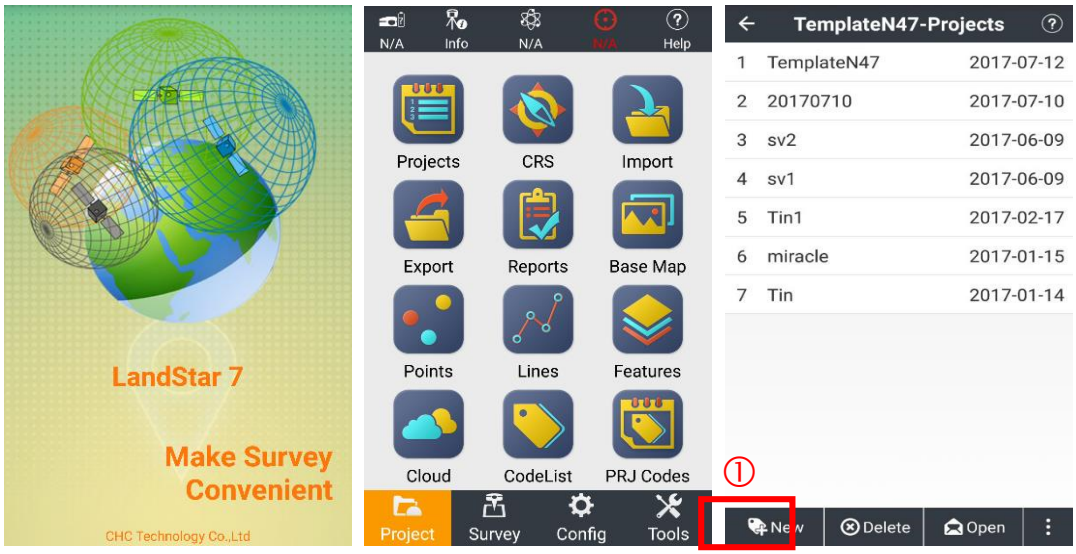




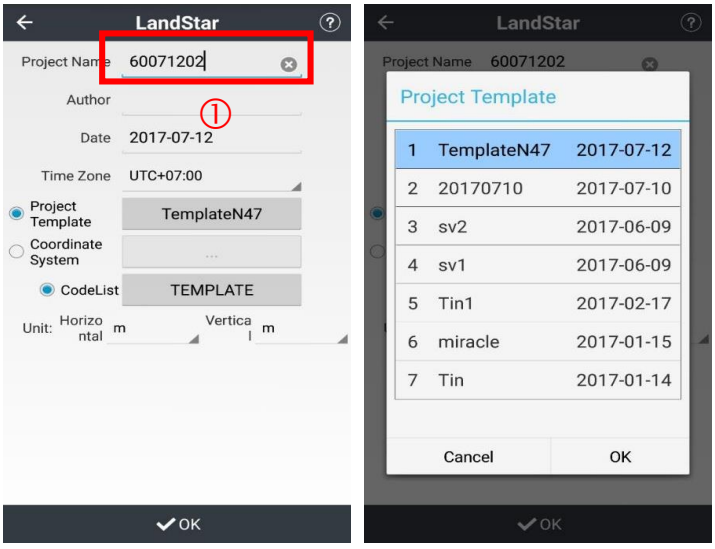
การเขียนแผนที่สังเขป

๔.๕.๓ ขั้นตอนการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ด้วยเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม CHC CGS i๘๐ ดังนี้

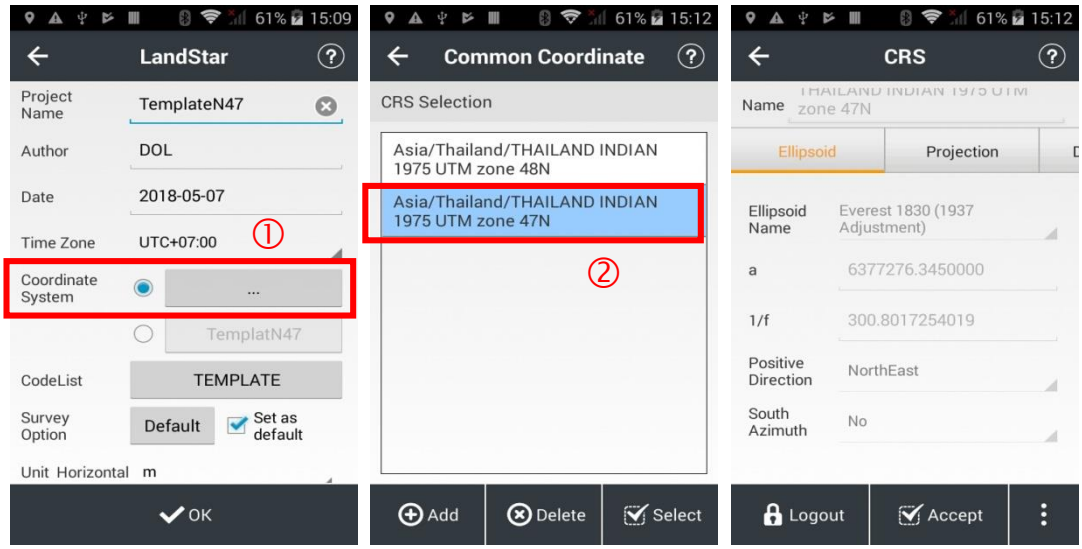
(๑) เปิด Application LandStar ๗ เพื่อเข้าโปรแกรมที่จะทำการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม GNS และทำการสร้าง Project ที่เราจะใช้ในการปฏิบัติงาน ①



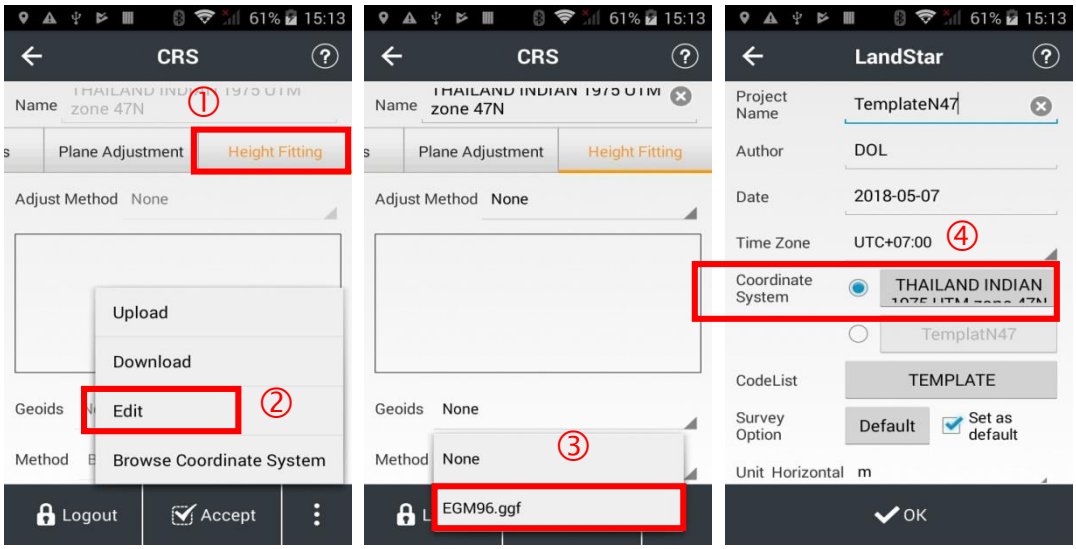
(๒) สร้าง Project ที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน โดยกำหนดชื่อของ Project ① ตามรูปแบบการรังวัดตามระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒



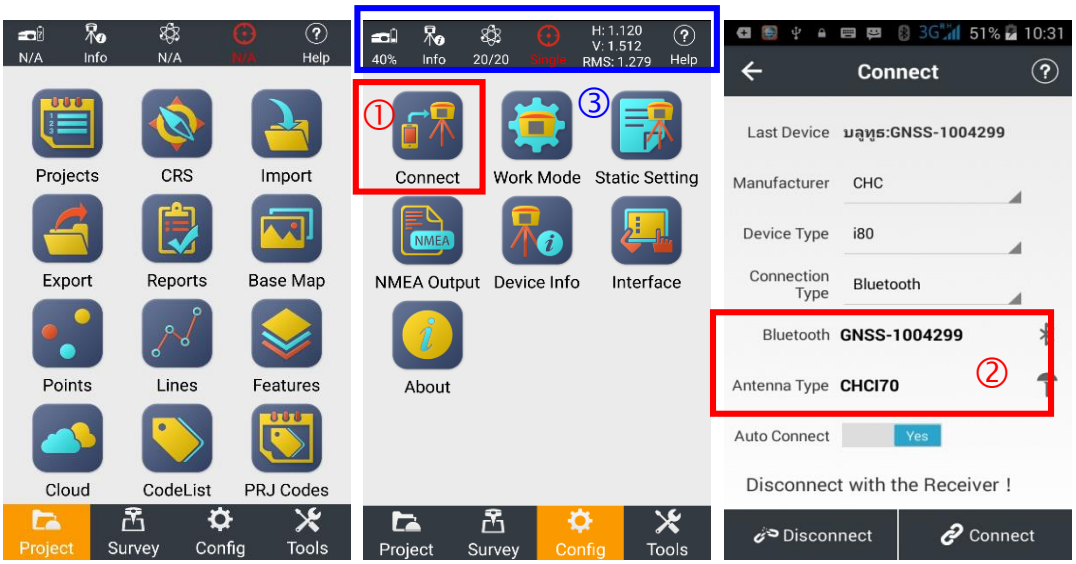
(๓) สร้าง Template เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการปฏิบัติงาน เลือกที่คำสั่ง Coordinate System เลือกพื้นฐานที่ต้องการใช้ ① หน้าจอจะแสดงผลตัวแปรต่าง ๆ ของเส้นฐานนั้น ๆ ②



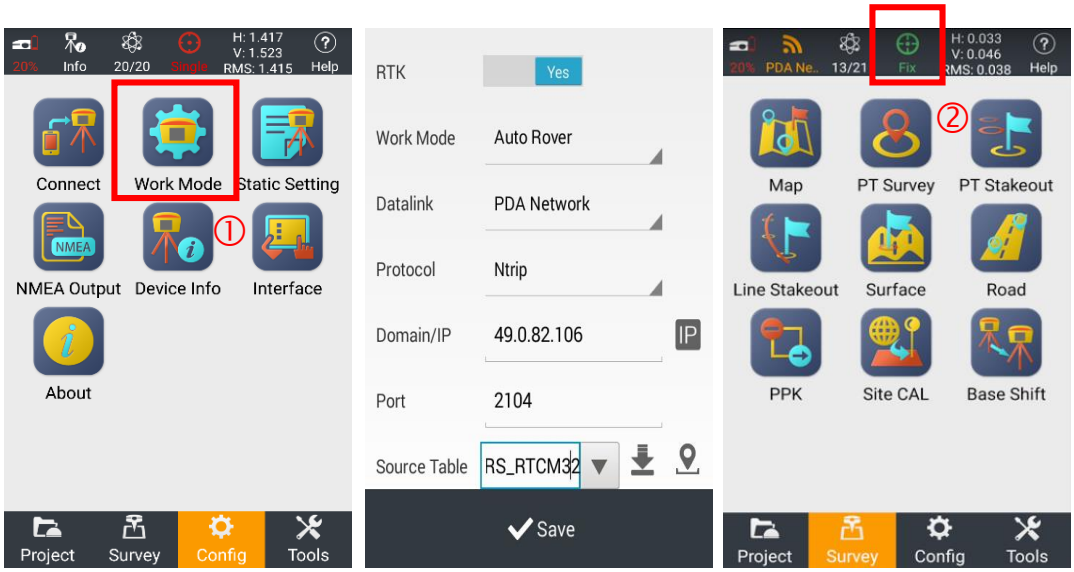
(๔) ตั้งค่าเส้นอ้างอิงความสูง เลือกที่ Height Fitting ① เลือกคำสั่ง Edit ② ใช้ค่า EGM96.ggf ③ หน้าของProject จะแสดงผลการตั้งค่าของ Template ④



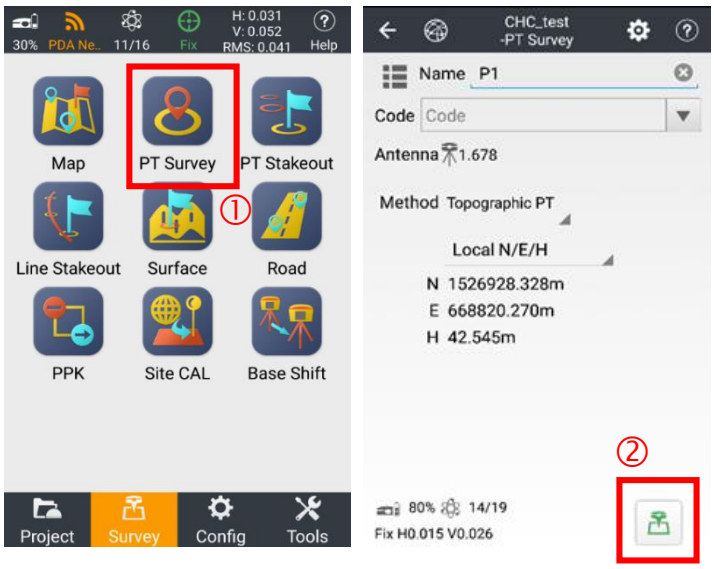
(๕) เชื่อมต่อ Bluetooth ระหว่างเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller) CHC รุ่น HCE ๓๐๐ กับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐ โดยเข้าไปที่คำสั่ง Config และเลือกคำสั่ง Connect ① หน้าจอจะแสดงผลและจะให้เลือกเครื่องที่จะทำการเชื่อมต่อ ② หากว่าเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller) CHC รุ่น HCE ๓๐๐ กับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS CHC CGS i๘๐ เชื่อมต่อกันแล้วจะขึ้นสถานการณ์เชื่อมต่อและจะแสดงสถานะที่พร้อมในการใช้งาน③



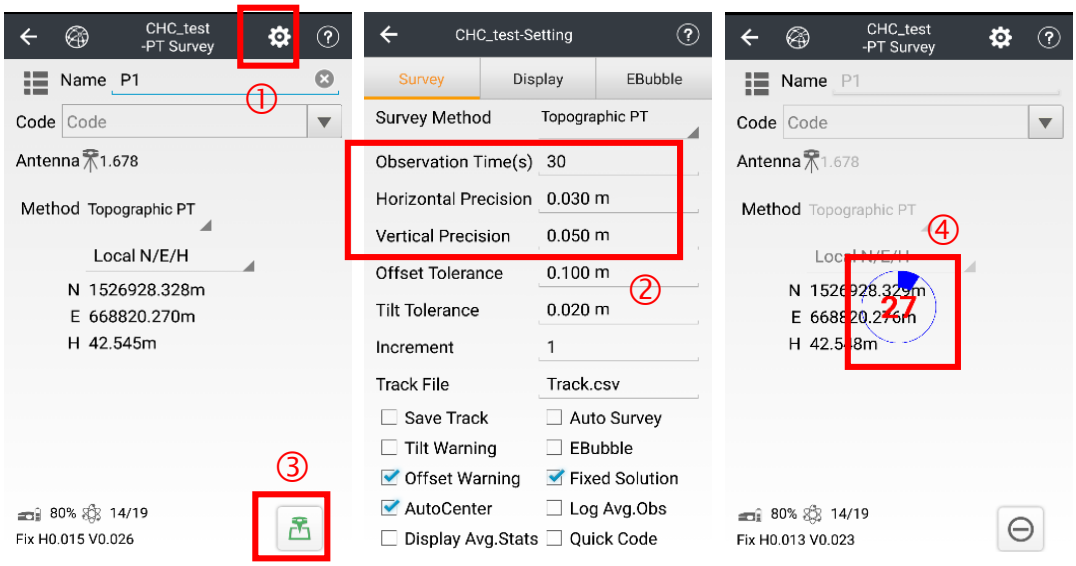
(๖) การทำงานรังวัดผ่านระบบ RTK network ต้องใช้ Internet ในการทำงาน ต้องเปิดการเชื่อมต่อเครือข่าย เลือกที่คำสั่ง Work Mode ① หน้าจอจะแสดงผลข้อมูลในการเข้าระบบ เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จแถบสถานะจะแสดงผลว่า Fix ②



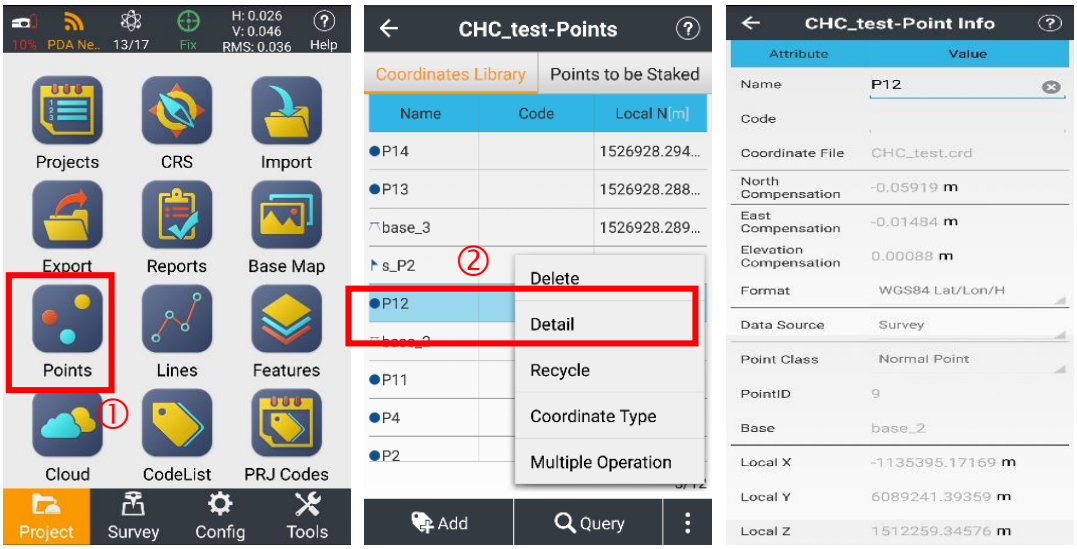
(๗) การรับสัญญาณดาวเทียม GNSS เลือกที่คำสั่ง PT Survey ① หน้าจอจะแสดงหน้าต่างชื่อหมุดที่จะทำการรังวัด ค่าความสูงจากพื้นดินถึงเครื่องรับสัญญาณ ค่าพิกัดจุดที่จะทำการรังวัด และสถานะต่างๆ เมื่อใส่ข้อมูลครบถ้วนแล้วกดที่คำสั่ง เพื่อเริ่มทำการรังวัด ②



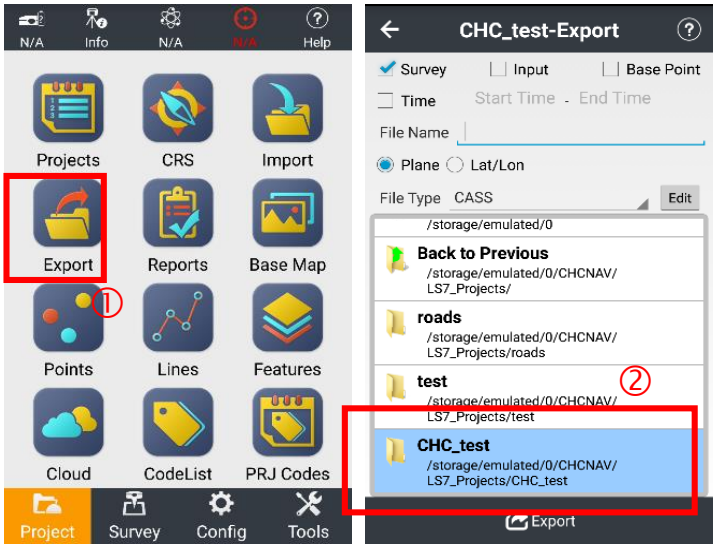
(๘) ก่อนเริ่มทำการรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ต้องทำการตั้งค่าความถูกต้องของตัวแปรต่างๆที่เราต้องการโดยเลือกที่สัญลักษณ์ ① หน้าจอจะแสดงผลค่าตัวแปรต่างๆ กำหนดค่าตัวแปรตามที่ต้องการ ② หลังจากนั้นเลือกที่ ③ เริ่มทำการรับสัญญาณหน้าจอจะแสดงเวลานับถอยหลังตามตัวแปรต่างๆที่ได้ตั้งค่าไว้ ④



(๙) เมื่อทำการรังวัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถเรียกดูค่าพิกัด รายละเอียดต่างๆของหมุดที่ได้ทำการรังวัด โดยเลือกที่คำสั่ง Points ① แล้วทำการเลือกหมุดที่อยากรู้รายละเอียด เลือกคำสั่ง Detail ② หน้าจอจะแสดงผลรายละเอียดของหมุดที่ได้ทำการรังวัด

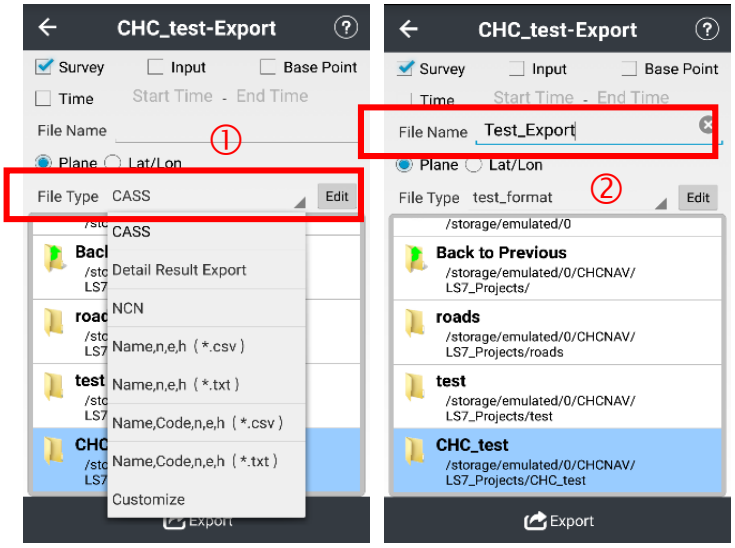


(๑๐) การส่งออกข้อมูลค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) เลือกที่คำสั่ง Export ①หน้าต้างจะแสดงผลและที่จัดเก็บข้อมูลของไฟล์ที่จะทำการส่งออกข้อมูล ② เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลภาพถ่าย



๔.๖ การส่งออกข้อมูลค่าพิกัดจากเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller)

การส่งออกข้อมูลค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) จากเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller) ในรูปแบบของไฟล์ CSV เลือกที่คำสั่ง File Type ① หน้าต่างจะแสดงผลรูปแบบของไฟล์ที่ต้องการส่งออกข้อมูล การตั้งชื่อไฟล์ที่จะทำการส่งออก ② และที่จัดเก็บข้อมูลของไฟล์ที่จะทำการส่งออกข้อมูล เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลภาพถ่าย



เชื่อมต่อเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไฟล์ข้อมูลที่ส่งออกในรูปแบบของไฟล์ Csv เข้าสู่คอมพิวเตอร์ และใช้ในการประมวลผลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับต่อไป

Name	Code	Role	n	e	h	Lat	Lon	H	Base	Antenna T	Antenna H	Modified Ai	Survey Me	Observatio	PDOP	HDOP	VDOP
gcp06-1		Normal Poi	773017.732	585200.367	10.86	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-6.8859	6	CHCI80	1.423	1.537	Topograph	60	1.538617	0.826753	1.297621
gcp06-2		Normal Poi	773017.727	585200.368	10.858	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-6.8878	8	CHCI80	1.423	1.537	Topograph	60	1.547641	0.829276	1.306711
gcp06-3		Normal Poi	773017.726	585200.368	10.858	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-6.8872	10	CHCI80	1.423	1.537	Topograph	60	1.851067	1.001154	1.556964
cp07_1		Normal Poi	772430.099	585425.155	8.366	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-9.3613	12	CHCI80	1.4	1.5139	Topograph	60	1.285064	0.658263	1.103666
cp07_2		Normal Poi	772430.102	585425.158	8.376	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-9.351	14	CHCI80	1.4	1.5139	Topograph	60	1.263438	0.731146	1.030389
cp07_3		Normal Poi	772430.104	585425.148	8.37	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-9.3575	16	CHCI80	1.4	1.5139	Topograph	60	1.257252	0.705135	1.040897
gcp09_1		Normal Poi	773234.617	585728.709	17.528	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-0.1998	18	CHCI80	1.35	1.4637	Topograph	60	1.435444	0.85839	1.150507
gcp09_2		Normal Poi	773234.618	585728.71	17.523	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-0.2046	20	CHCI80	1.35	1.4637	Topograph	60	1.61438	0.961645	1.296712
gcp09_3		Normal Poi	773234.618	585728.705	17.522	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-0.2051	22	CHCI80	1.35	1.4637	Topograph	60	1.736079	0.997431	1.420951
cp08_1		Normal Poi	772829.004	585681.925	11.778	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-5.9449	24	CHCI80	1.4	1.5139	Topograph	60	1.653895	0.918032	1.375713
cp08_2		Normal Poi	772829.003	585681.926	11.772	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-5.9515	26	CHCI80	1.4	1.5139	Topograph	60	1.707561	1.028986	1.362701
cp08_3		Normal Poi	772829.008	585681.915	11.765	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-5.9582	28	CHCI80	1.4	1.5139	Topograph	60	1.697962	1.027293	1.351941
gcp11_1		Normal Poi	772614.051	585756.194	9.012	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-8.7051	30	CHCI80	1.463	1.5771	Topograph	60	1.546463	0.859895	1.285352
gcp11_2		Normal Poi	772614.053	585756.197	9.004	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-8.7129	32	CHCI80	1.463	1.5771	Topograph	60	1.494416	0.843339	1.233717
gcp11_3		Normal Poi	772614.05	585756.196	8.993	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-8.724	34	CHCI80	1.463	1.5771	Topograph	60	1.842201	1.013576	1.538301
cp06_1		Normal Poi	772311.091	585926.888	9.065	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-8.6398	36	CHCI80	1.435	1.549	Topograph	60	1.75638	1.071237	1.391877
cp06_2		Normal Poi	772311.103	585926.894	9.042	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-8.663	38	CHCI80	1.435	1.549	Topograph	60	1.629479	1.011992	1.277135
cp06_4		Normal Poi	772311.099	585926.909	9.053	006ยฐ59'(	099ยฐ46'(	-8.652	42	CHCI80	1.435	1.549	Topograph	60	1.689449	0.991424	1.36796
gcp05_1		Normal Poi	772049.094	584637.39	8.037	006ยฐ59'(	099ยฐ45'(	-9.7161	44	CHCI80	1.365	1.4788	Topograph	60	1.496764	0.909173	1.188994
gcp05_2		Normal Poi	772049.09	584637.378	8.046	006ยฐ59'(	099ยฐ45'(	-9.7078	46	CHCI80	1.365	1.4788	Topograph	60	1.507057	0.870586	1.230163
gcp05_3		Normal Poi	772049.085	584637.381	8.045	006ยฐ59'(	099ยฐ45'(	-9.7083	48	CHCI80	1.365	1.4788	Topograph	60	1.50586	0.852115	1.241578

VDOP	Tracking S	Used Satel	Constellatic	Solution	RMS Error	X Precision	Y Precision	Horizontal	Vertical Err	Elevation M	The Worst	The Best [	Tilt Sensitiv	Tilt Tolerar	Average T	Calibration	Tilt Value	Tilt X
1.297621	34	15	4	Fix	0.0174	0.009	0.007	0.012	0.0227	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.306711	33	18	4	Fix	0.0103	0.006	0.005	0.0073	0.0132	15	14	1	0	0	0	0	0	0
1.556964	32	17	4	Fix	0.0101	0.005	0.004	0.007	0.0131	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.103666	36	23	4	Fix	0.0091	0.005	0.004	0.0068	0.0115	15	1	1	0	0	0	0	0	0
1.030389	36	17	4	Fix	0.0076	0.004	0.004	0.0059	0.0096	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.040897	35	17	4	Fix	0.0109	0.006	0.005	0.0084	0.0136	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.150507	36	15	4	Fix	0.0094	0.006	0.005	0.0072	0.0118	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.296712	36	13	4	Fix	0.0098	0.006	0.005	0.0075	0.0122	15	3	1	0	0	0	0	0	0
1.420951	36	13	4	Fix	0.009	0.005	0.004	0.007	0.0113	15	10	1	0	0	0	0	0	0
1.375713	32	11	4	Fix	0.0154	0.009	0.007	0.0117	0.0193	15	5	1	0	0	0	0	0	0
1.362701	31	16	4	Fix	0.0116	0.007	0.005	0.0088	0.0146	15	3	1	0	0	0	0	0	0
1.351941	31	13	4	Fix	0.0119	0.007	0.006	0.0087	0.0152	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.285352	32	15	4	Fix	0.0123	0.007	0.006	0.0095	0.0155	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.233717	32	16	4	Fix	0.0102	0.006	0.005	0.0078	0.0128	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.538301	32	14	4	Fix	0.0108	0.006	0.005	0.0082	0.0136	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.391877	30	14	4	Fix	0.012	0.008	0.005	0.0096	0.0148	15	6	1	0	0	0	0	0	0
1.277135	32	14	4	Fix	0.0125	0.007	0.006	0.0095	0.0158	15	5	1	0	0	0	0	0	0
1.36796	32	14	4	Fix	0.0091	0.006	0.004	0.007	0.0113	15	6	1	0	0	0	0	0	0
1.188994	32	16	4	Fix	0.0147	0.009	0.007	0.0114	0.0184	15	5	1	0	0	0	0	0	0
1.230163	33	16	4	Fix	0.0226	0.013	0.011	0.0177	0.0282	15	2	1	0	0	0	0	0	0
1.241578	33	17	4	Fix	0.0103	0.006	0.005	0.0081	0.0128	15	2	1	0	0	0	0	0	0

Vertical Err	Elevation M	The Worst	The Best [	Tilt Sensitiv	Tilt Tolerar	Average T	Calibration	Tilt Value	Tilt X	Tilt Y	Azimuth	Measure T	Start Time	End Time	Data Source
0.0227	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 9:53	20/11/2019 9:54	Survey
0.0132	15	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 9:55	20/11/2019 9:56	Survey
0.0131	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 9:56	20/11/2019 9:57	Survey
0.0115	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:13	20/11/2019 10:14	Survey
0.0096	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:15	20/11/2019 10:16	Survey
0.0136	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:16	20/11/2019 10:17	Survey
0.0118	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:40	20/11/2019 10:41	Survey
0.0122	15	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:41	20/11/2019 10:42	Survey
0.0113	15	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:43	20/11/2019 10:44	Survey
0.0193	15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:52	20/11/2019 10:53	Survey
0.0146	15	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:53	20/11/2019 10:54	Survey
0.0152	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 10:55	20/11/2019 10:56	Survey
0.0155	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:01	20/11/2019 11:02	Survey
0.0128	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:02	20/11/2019 11:03	Survey
0.0136	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:04	20/11/2019 11:05	Survey
0.0148	15	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:12	20/11/2019 11:13	Survey
0.0158	15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:14	20/11/2019 11:15	Survey
0.0113	15	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:18	20/11/2019 11:19	Survey
0.0184	15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:29	20/11/2019 11:30	Survey
0.0282	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:30	20/11/2019 11:31	Survey
0.0128	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Slant H	20/11/2019 11:31	20/11/2019 11:32	Survey

ภาพตัวอย่างข้อมูลที่ส่งออกจากเครื่องควบคุมการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (Controller) ในรูปแบบของไฟล์ CSV

บทที่ ๕
การประมวลผลข้อมูล

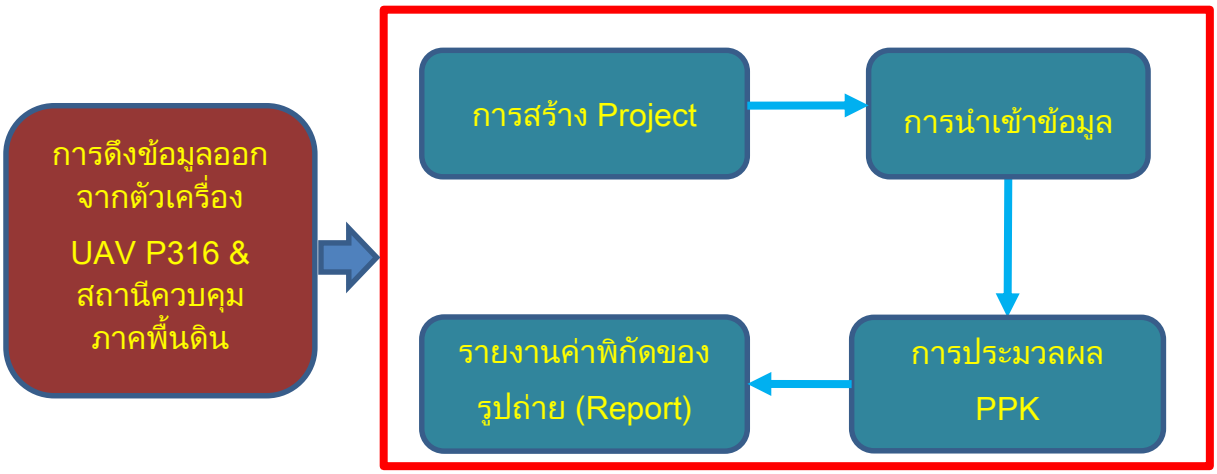
๕.๑ การเตรียมข้อมูลสำหรับการประมวลผล

๕.๑.๑ ข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

การประมวลผลข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ แบ่งออกเป็น ๒ ส่วน คือ การประมวลผลข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่ง (Position) และการเอียง (Orientation) ของภาพถ่าย และการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) สำหรับการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม CGO

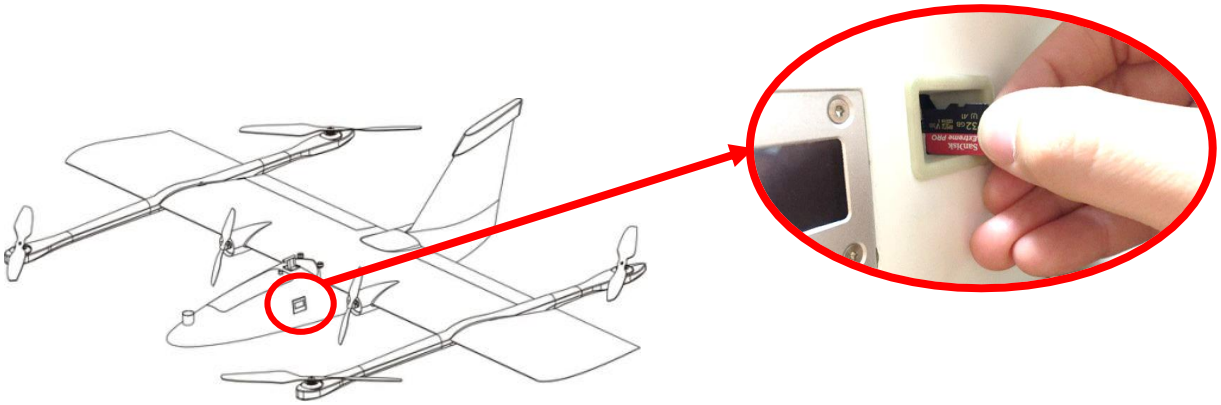
ข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ได้จากการประมวลผลข้อมูลตำแหน่ง (Position) และการเอียง (Orientation) ของภาพถ่ายแต่ละภาพที่บันทึกในหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card จากอากาศยานฯ ร่วมกับข้อมูลจากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) ในรูปแบบการประมวลผลค่าพิกัดแบบ Post Processing Kinematic (PPK) เพื่อนำชุดข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลนี้ไปประมวลผลร่วมกับภาพถ่ายในโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศต่อไป โดยมีขั้นตอนดังนี้



แสดงขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม CGO

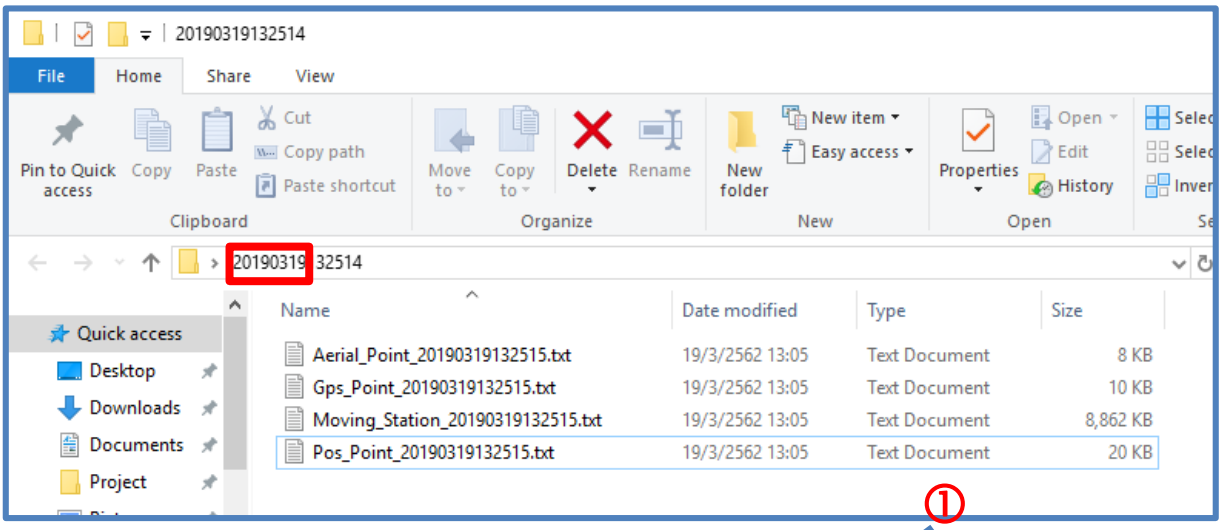
(๑) การนำข้อมูลออกจากอากาศยานฯ มีขั้นตอนดังนี้

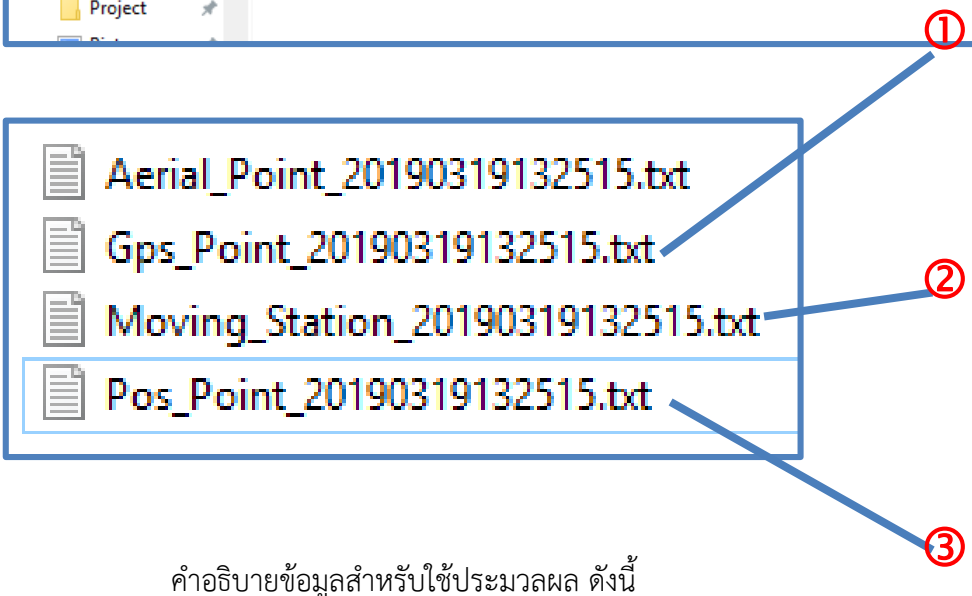
- นำหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ออกมากจาก Slot ที่อยู่ด้านข้างของอากาศยานฯ



แสดงการนำข้อมูลออกจากอากาศยานฯ

- นำหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลออกมาทั้ง Folder ข้อสังเกตชื่อ Folder จะเป็นปีเดือนวัน และจะมีข้อมูลภายใน Folder ทั้งหมด ๔ Files เป็นข้อมูลสำหรับใช้ประมวลผลต่อไป





คำอธิบายข้อมูลสำหรับใช้ประมวลผล ดังนี้

ข้อ ① GPS_Point : เวลาที่ถ่ายภาพของอากาศยานฯ

ข้อ ② Moving_Station : ข้อมูลของดาวเทียมที่บันทึก

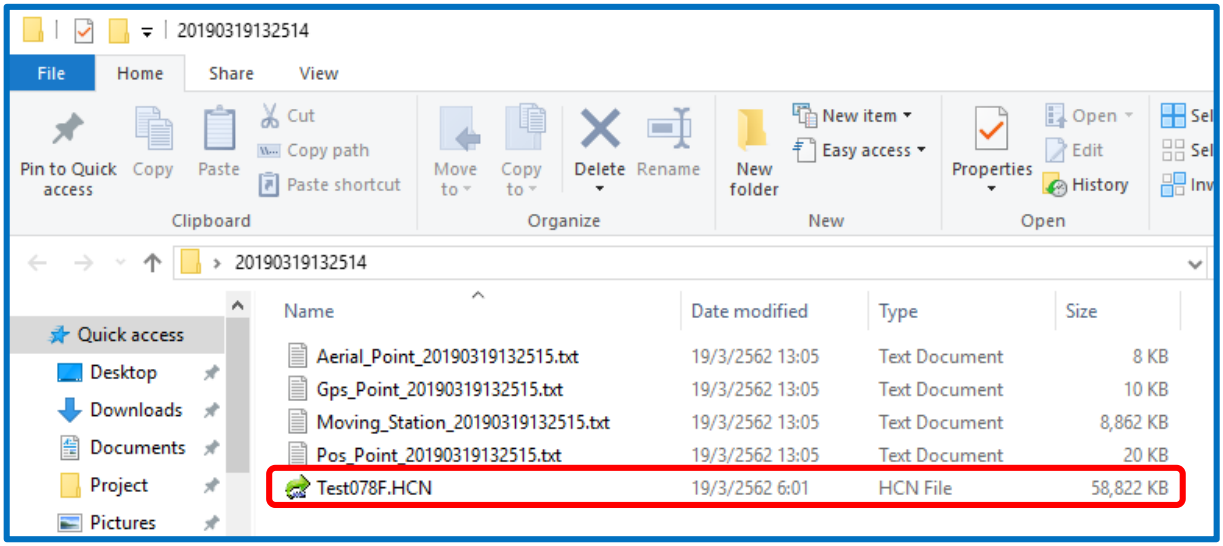
ข้อ ③ Pos_Point : ตำแหน่งที่อากาศยานฯ ถ่ายภาพ

(๒) การนำข้อมูลออกจากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) ขั้นตอนดังนี้

- นำสายต่อระหว่างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน และคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน

แสดงการนำข้อมูลออกจากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

- ดึงข้อมูล HCN File ออกมาจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ



แสดงตัวอย่าง HCN File

(๓) การสร้าง Template Datum ในโปรแกรม CGO มีขั้นตอน ดังนี้

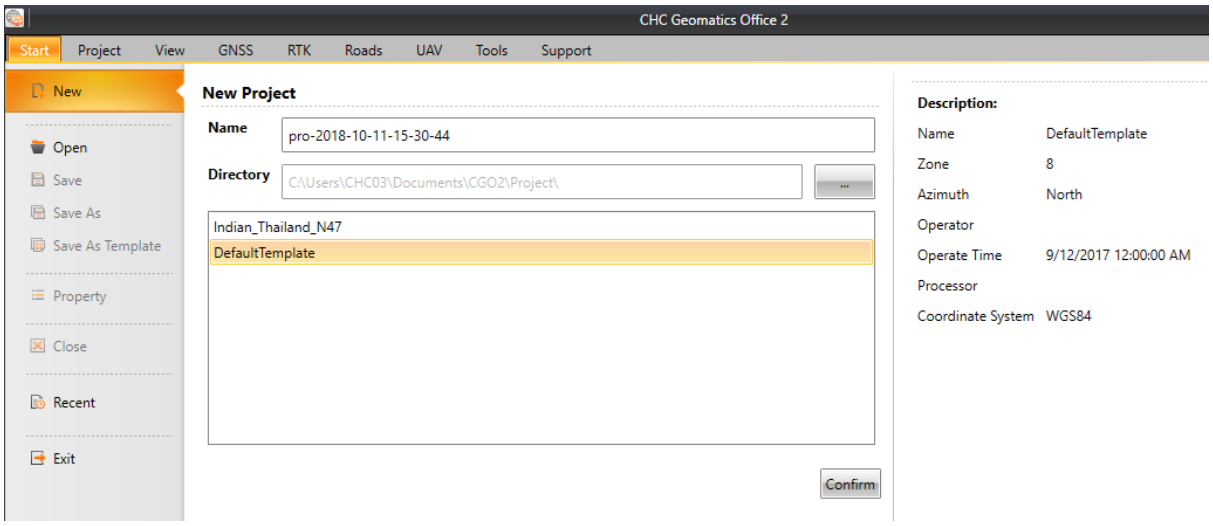
- เมื่อเปิดโปรแกรม CGO เลือก **Start** --> **New** จากนั้นทำการตั้งค่า ดังนี้

Name : ให้ใส่ชื่อ Template Datum ที่ต้องการ เช่น WGS_N47

ข้อควรระวัง: ห้ามใส่ชื่อภาษาไทย

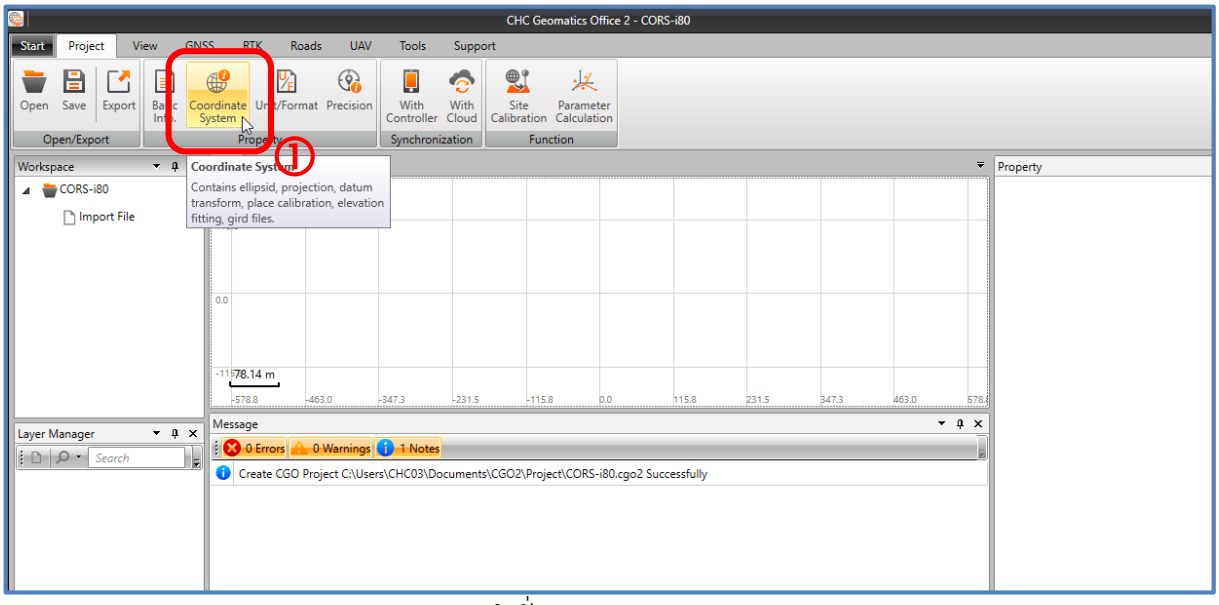
Directory : เลือกที่จัดเก็บ Template Datum ที่ต้องการ

และคลิกปุ่ม **Confirm**



แสดงการสร้าง Template Datum

- เลือกคำสั่ง **Coordinate System** เพื่อเลือกระบบพิกัดที่ต้องการ ตามข้อ ①



แสดงคำสั่ง Coordinate System

จากนั้นทำการตั้งค่าของระบบพิกัด ดังนี้

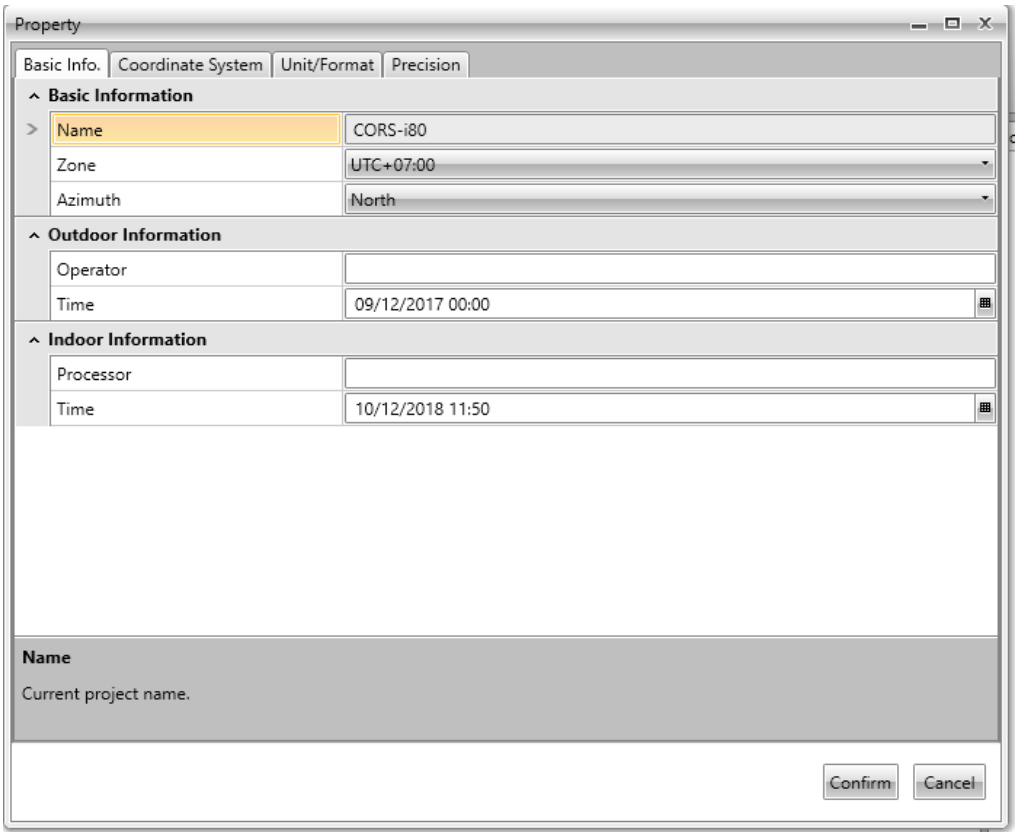
- **แถบ Basic Info**

Name : ชื่อของ Project ในปัจจุบัน

Zone : เลือกเวลา Time Zone *(ของประเทศไทย UTC+07.00)*

Azimuth : ทิศอ้างอิงในการวัดมุม

หมายเหตุ : Basic Info เป็นการใส่ Attribute เพื่อบอกข้อมูลเพียงเท่านั้น เช่น การปรับเวลาในโปรแกรม แท้จริงแล้วอยู่ในส่วนของ GNSS Module

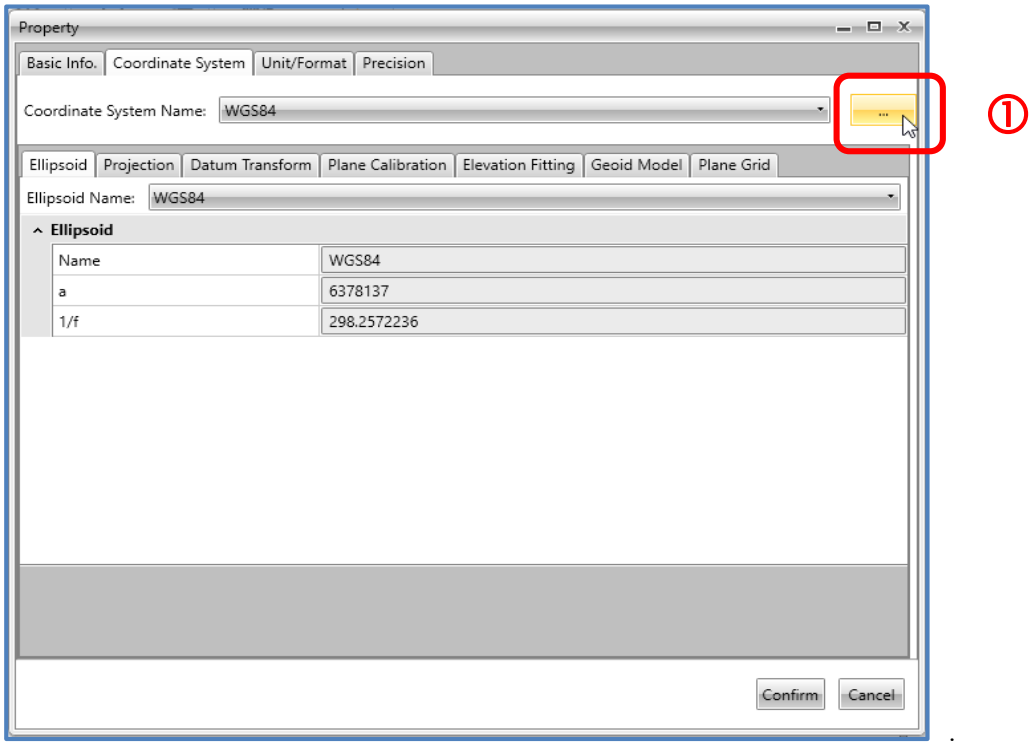


แสดงแถบ Basic Info

- **แถบ Coordinate System**

Coordinate System Name : ชื่อระบบค่าพิกัดที่นำมาใช้

การเปลี่ยนระบบค่าพิกัด ให้เลือกคำสั่งตามข้อ ① โดยปกติจะใช้ WGS84



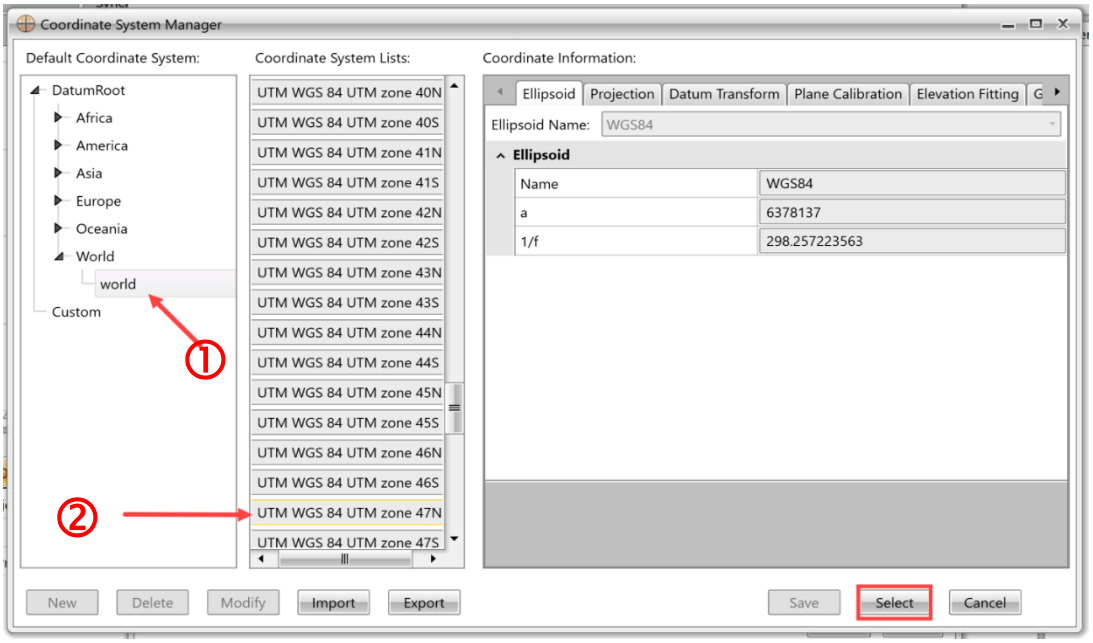
แสดงแถบ Coordinate System

- **แถบ Coordinate System Manager**

เลือก Datum เป็น UTM WGS 84 UTM zone 47N ขั้นตอนดังนี้

Default Coordinate System : DatumRoot --> World --> world

ตามข้อ ① และ **Coordinate System List** เลือก **UTM WGS 84 UTM zone 47N** ตามข้อ ② จากนั้นคลิกปุ่ม **Select** Select

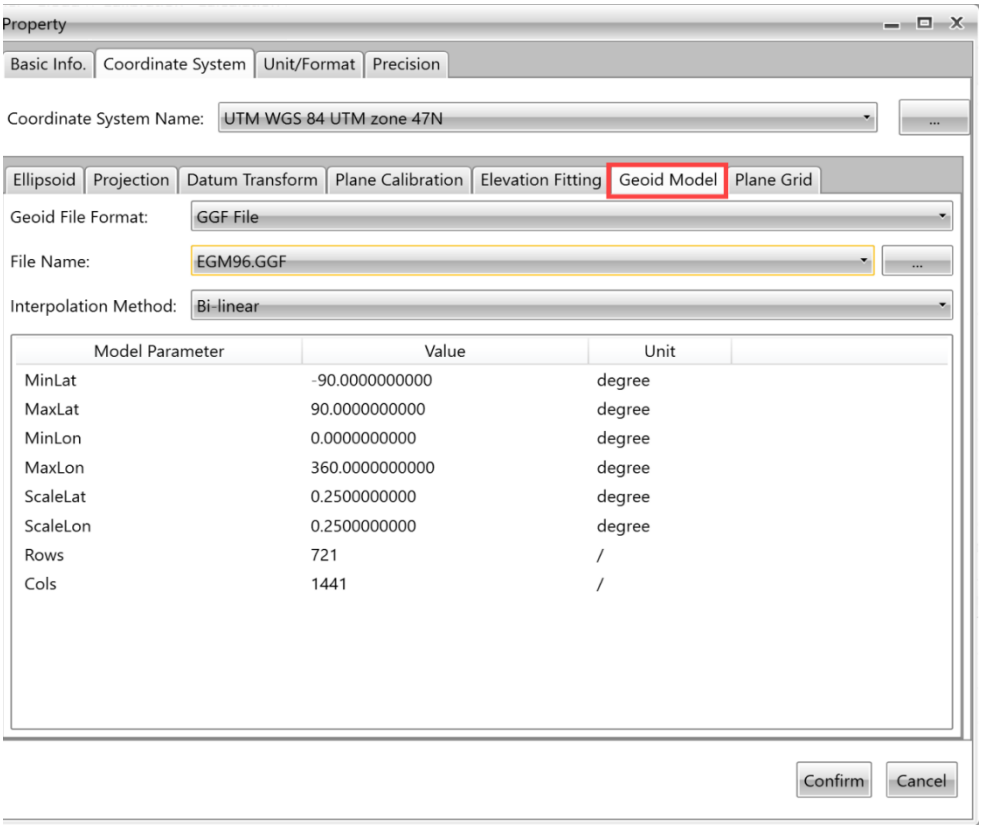


แสดงแถบ Coordinate System Manager

- **แถบ Geoid Model** ตั้งค่าดังนี้

Geoid File Format : GGF File

File Name : เลือกไฟล์ (File) ที่ต้องการ โดยปกติ Geoid Model ใช้ EGM96.GGF และคลิกปุ่ม **Confirm** Confirm

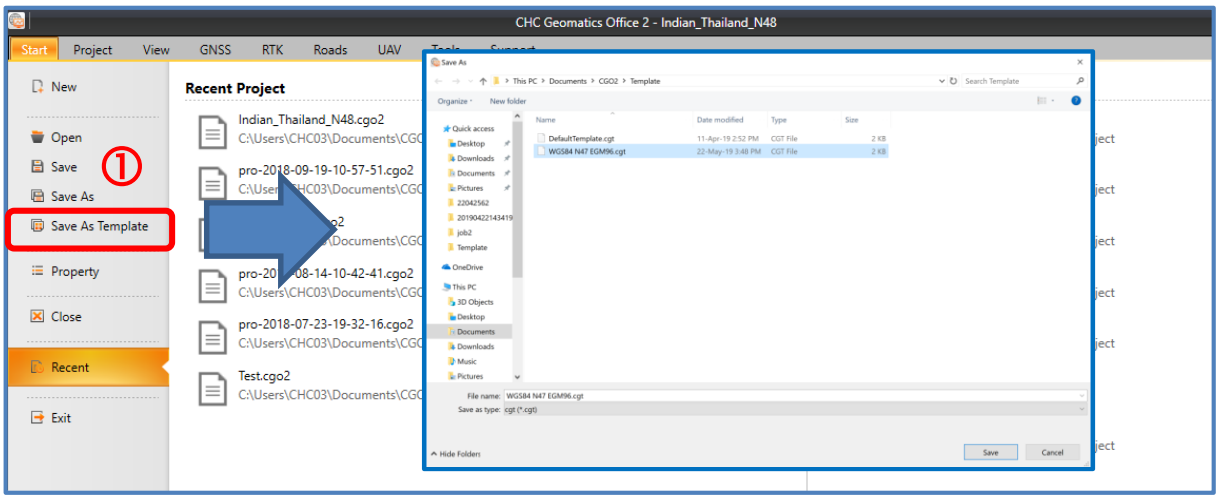


แสดงแถบ Geoid Model

จากนั้นให้เลือก **Start** --> **Save As Template**

File Name : ให้ใส่ชื่อ Template Datum ที่ต้องการ เช่น WGS84 N47 EGM96

และคลิกปุ่ม **Save** Save โดยการสร้าง Template จะทำการสร้างแค่ครั้งเดียวเท่านั้น ตามข้อ ①



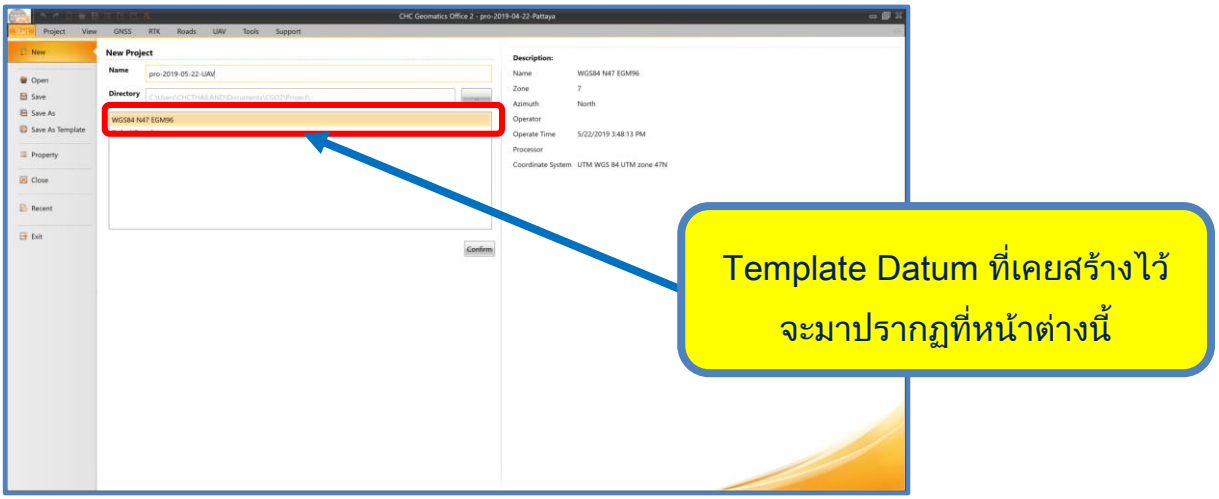
แสดงการ Save As Template

(๔) การสร้าง Project เพื่อประมวลผลข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ด้วยโปรแกรม CGO มีขั้นตอนดังนี้

- เมื่อเปิดโปรแกรม CGO ขึ้นมาแล้ว ให้เลือก **Start** --> **New** และตั้งค่าดังนี้

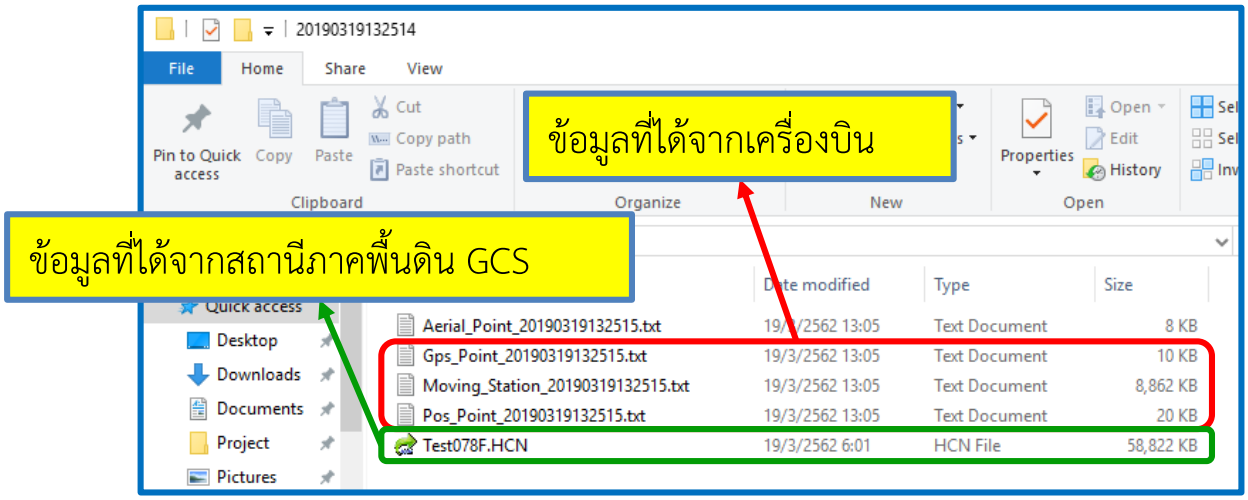
Name : ให้ใส่ชื่อ Project ที่ต้องการ *(ข้อควรระวัง: ห้ามใส่ชื่อภาษาไทย)*

Directory : เลือกที่จัดเก็บ Project ที่ต้องการ พร้อมกับเลือก Template Datum ที่ต้องการ หรือที่ได้สร้างไว้ และคลิกปุ่ม **Confirm** Confirm



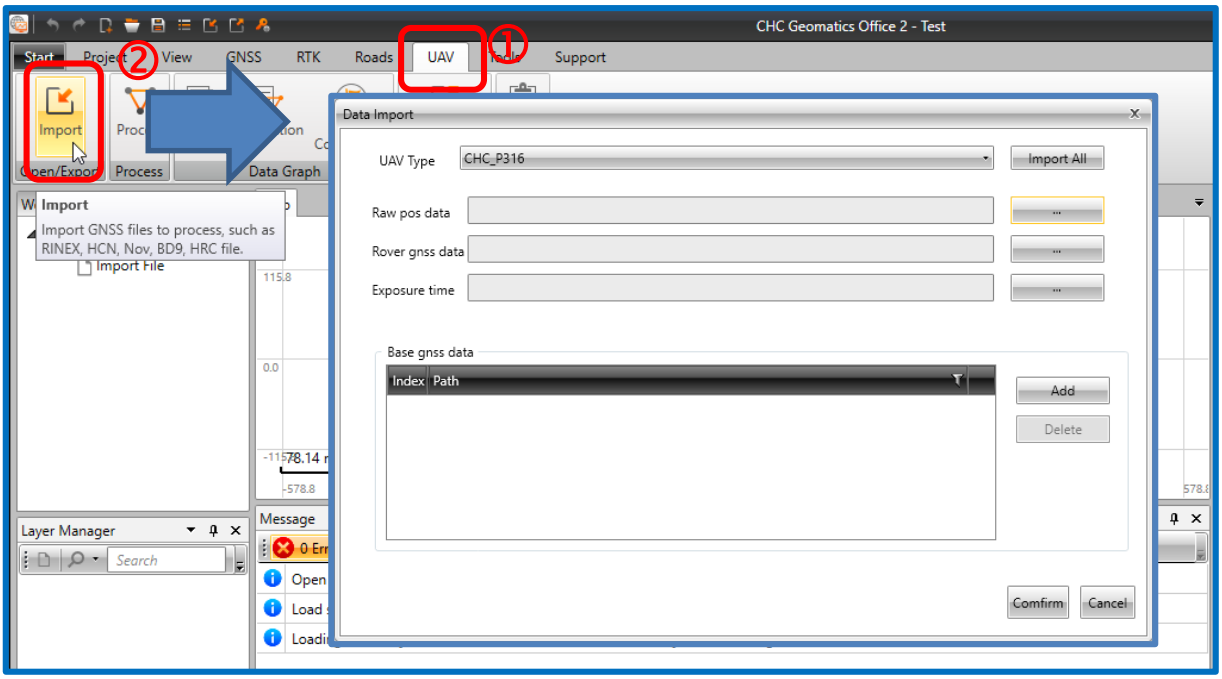
แสดงการสร้าง Project ด้วยโปรแกรม CGO

- นำเข้าข้อมูล โดยการเตรียมไฟล์ (File) ข้อมูล ประกอบไปด้วย 4 ไฟล์ (File) จากอากาศยานฯ จำนวน ๓ ไฟล์ (File) และสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) จำนวน ๑ ไฟล์



แสดงข้อมูลที่ต้องนำเข้า ในการประมวลผลด้วยด้วยโปรแกรม CGO

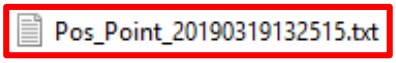
- เข้าโหมด UAV ตามข้อ ① เลือกคำสั่ง **Import** ตามข้อ ② จะปรากฏหน้าต่าง **Data Import**



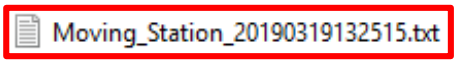
แสดงหน้าต่าง Data Import

- เลือกเครื่องหมาย ... หรือ และนำเข้าข้อมูลสำหรับการประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK) เลือกประเภทขอแต่ละไฟล์ (File) ดังนี้

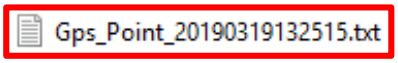
Raw pos data : เลือกไฟล์ (File) **Pos_Point** หรือตามตัวอย่าง ①

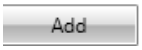
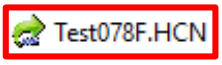
เลือก 

Rover gnss data : เลือกไฟล์ (File) **Moving_Station** หรือตามตัวอย่าง ②

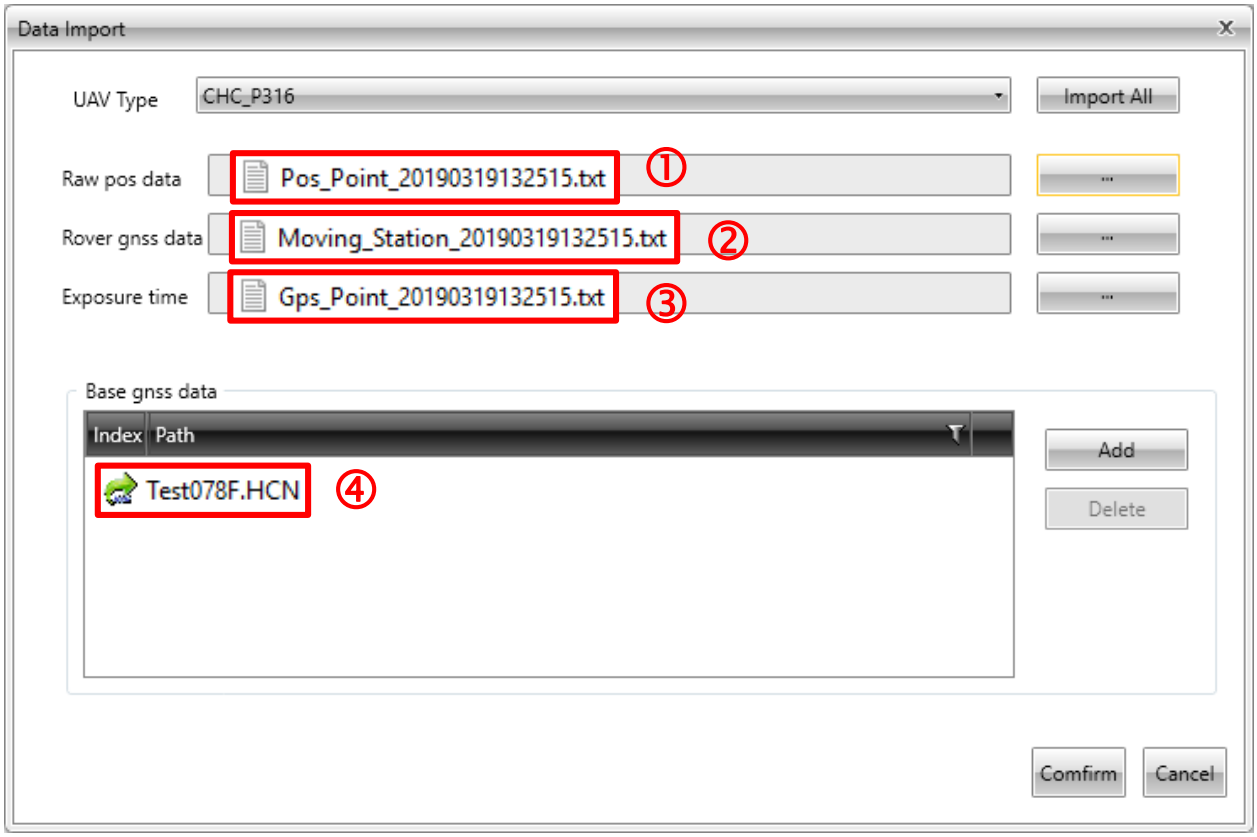
เลือก 

Exposure time : เลือกไฟล์ (File) **GPS_Point** หรือตามตัวอย่าง ③

เลือก 

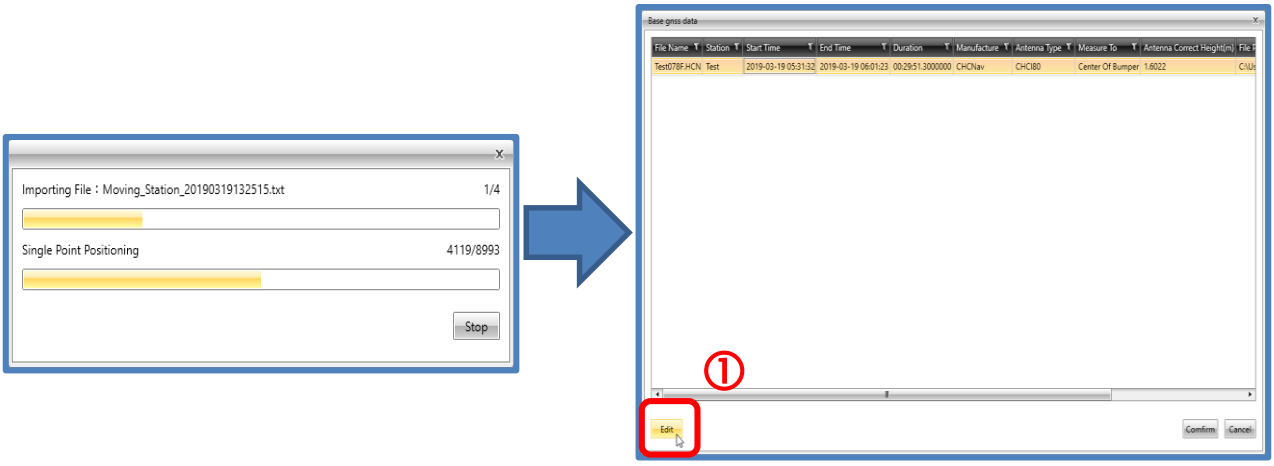
จากนั้นคลิกปุ่ม **Add**  เพื่อนำเข้า Base gnss data โดยเลือกข้อมูล HCN File ที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมฯ ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) หรือตามตัวอย่าง ④ เลือก 

เมื่อครบหมดทุกช่องแล้วกดปุ่ม **Confirm**



แสดงการนำเข้าข้อมูลสำหรับการประมวลผล PPK

- รอการนำเข้าข้อมูล เมื่อเสร็จแล้วจะปรากฏหน้าจอด้านขวา ให้เลือกคำสั่ง **Edit** ตามข้อ ① เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลต่างๆ ก่อนทำการประมวลผลข้อมูล



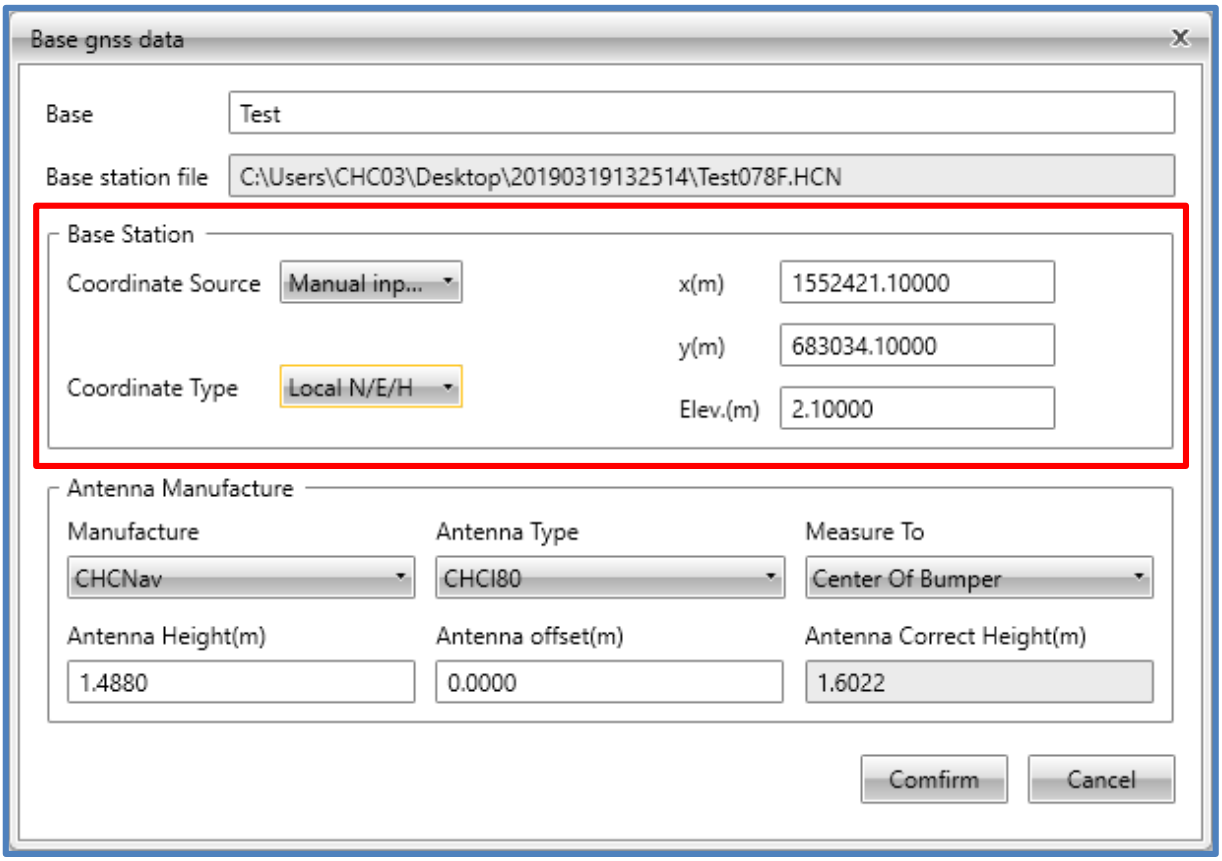
แสดงหน้าจอสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลต่างๆ ก่อนทำการประมวลผล

- แก้ไขค่าพิกัดตำแหน่งของ HCN File ที่ได้จากการรังวัดจุดที่ติดตั้งสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) เพื่อให้ค่าพิกัดมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ในส่วน Base station ก่อนทำการประมวลผลข้อมูล ดังนี้

Coordinate Source : ให้เลือกเป็นแบบ **Manual Input**

Coordinate Type : ให้เลือกเป็นแบบ **Local N/E/H** จากนั้นนำค่าพิกัดที่ได้รังวัดที่จุดสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) ใส่ในช่อง x(m), y(m), Elev.(m)

หมายเหตุ : ถ้าต้องการค่าพิกัด WGS84 N/E/H ให้เลือก Coordinate System เป็น WGS84



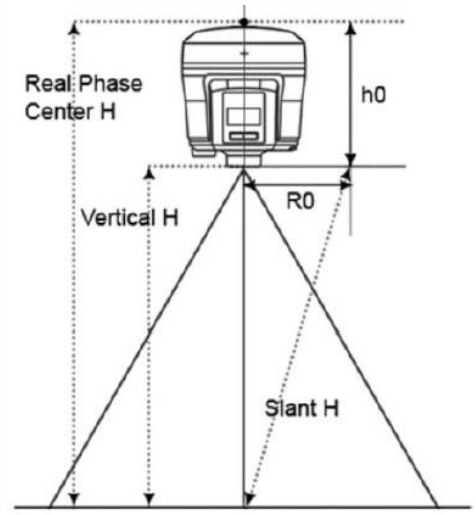
แสดงการแก้ไขข้อมูล HCN File ในส่วน Base station

- แก้ไขความสูงที่ได้จากการวัดตอนติดตั้งสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Station, GCS) เพื่อให้ค่ามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ในส่วน Antenna Manufacture ก่อนทำการประมวลผล โดยสามารถเลือกวิธีการการวัด (Measure To) ได้ 3 แบบ ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการวัดของผู้ใช้งาน ได้แก่

Bottom of Antenna mount = Vertical H

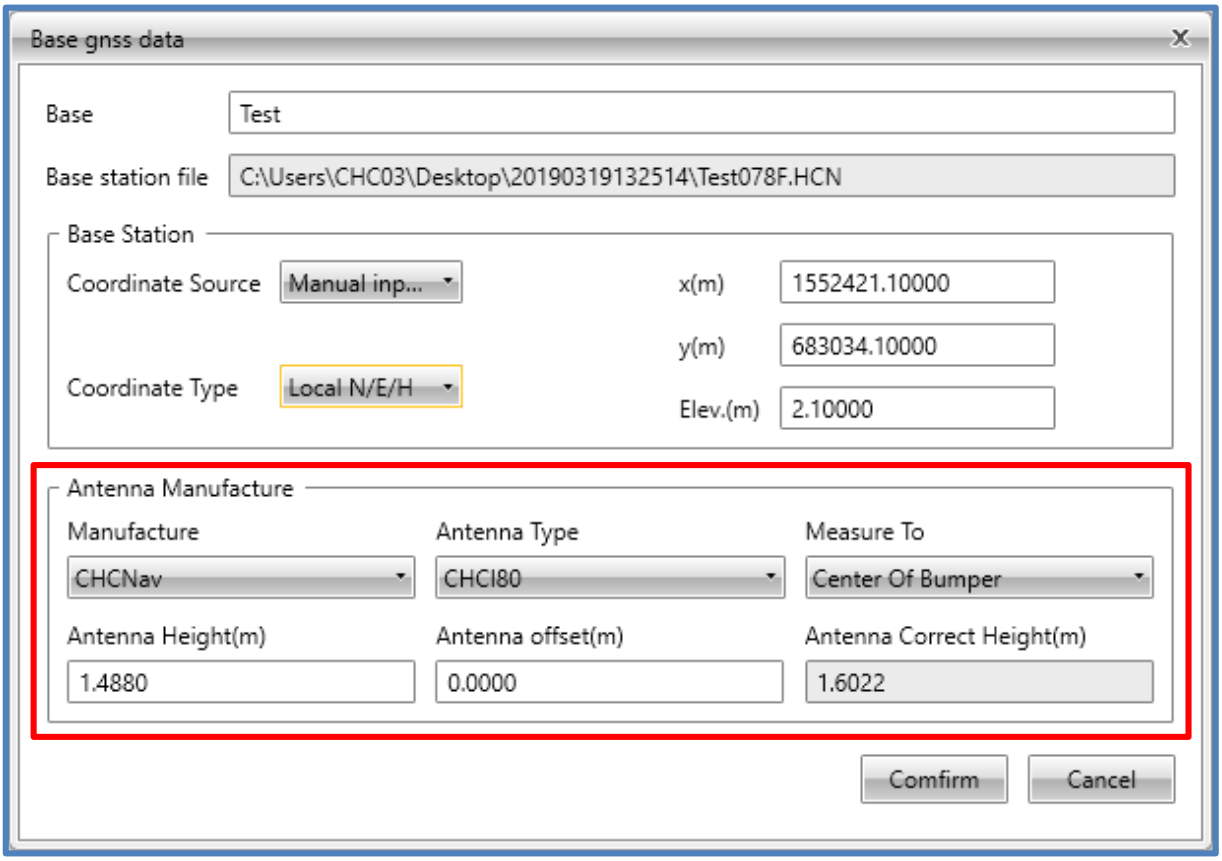
Center of Bumper = Slant H

Antenna Phase Center = Real Phase Center H



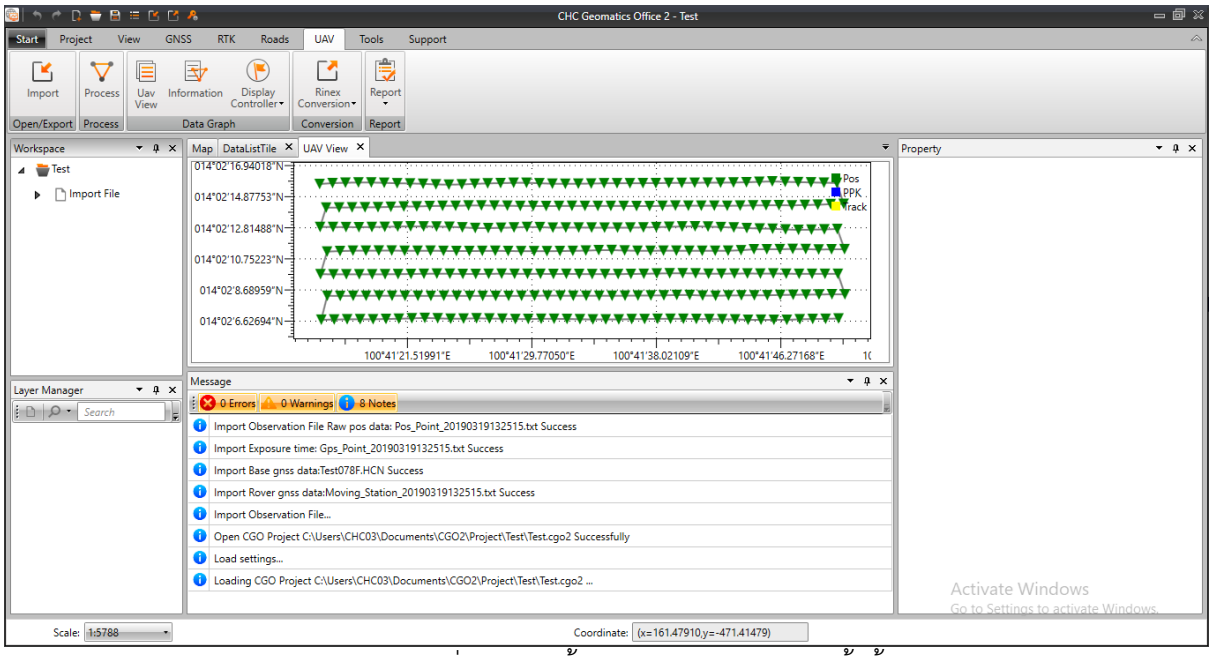
แสดง Measure To ในแบบต่างๆ

เมื่อทำการเลือกวิธีการวัด โดยปกติแล้ว จะเลือก Measure To เป็น Center of Bumper = Slant H และใส่ค่าความสูงที่ได้จากการวัดที่ช่อง Antenna Height (m) หน่วยเป็นเมตร จากนั้นกดปุ่ม **Confirm** Confirm



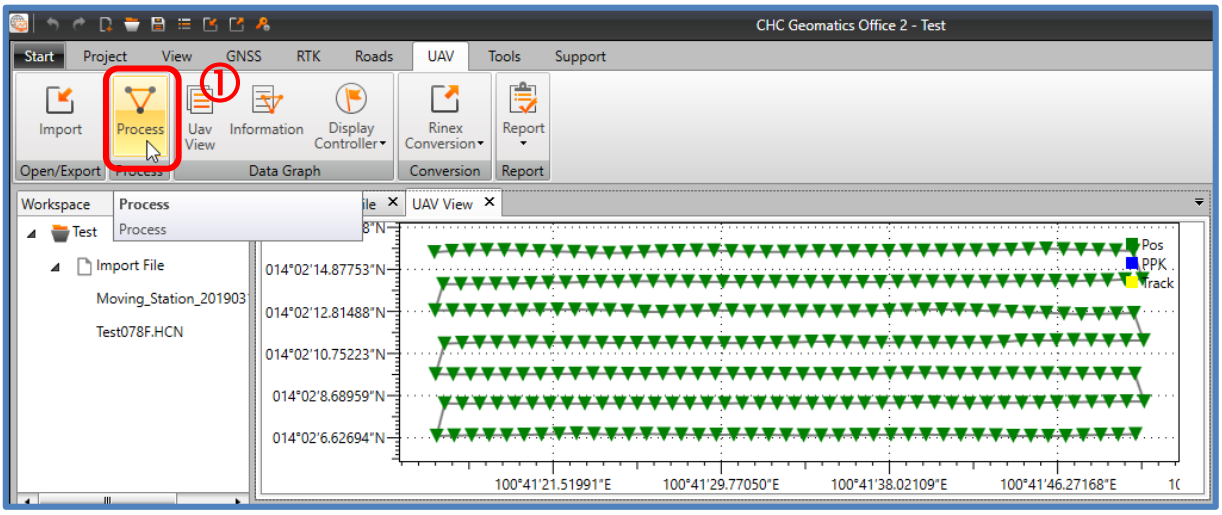
แสดงการแก้ไขข้อมูล HCN File ในส่วน Antenna Manufacture

หลังกด **Confirm** Confirm จะแสดงจุดที่ถ่ายภาพทั้งหมดในการบินสำรวจครั้งนั้น



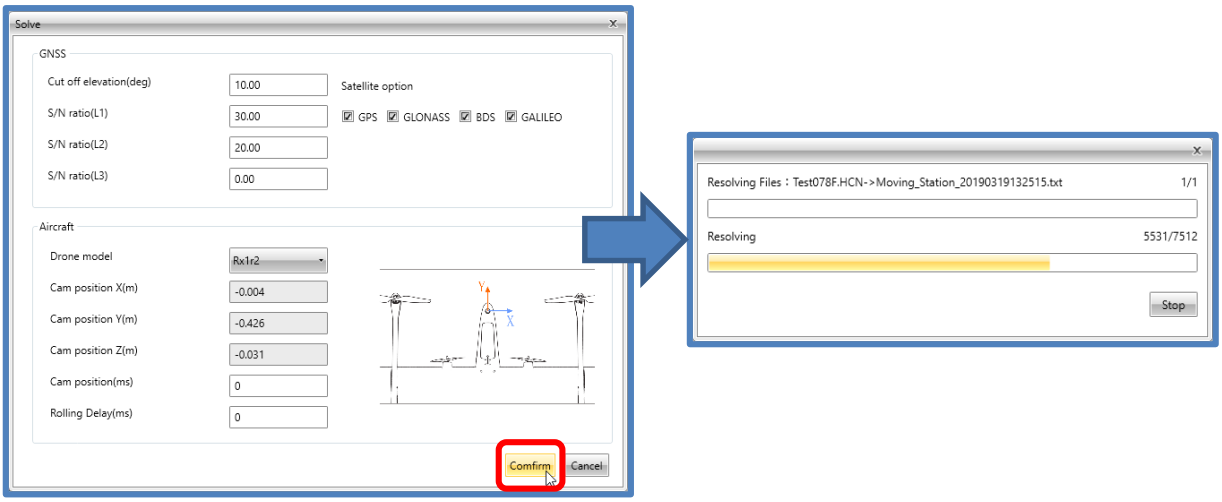
แสดงจุดที่ถ่ายภาพทั้งหมดในการบินสำรวจครั้งนั้น

- ทำการประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK) โดยการ เลือกคำสั่ง **Process** ตามข้อ ①



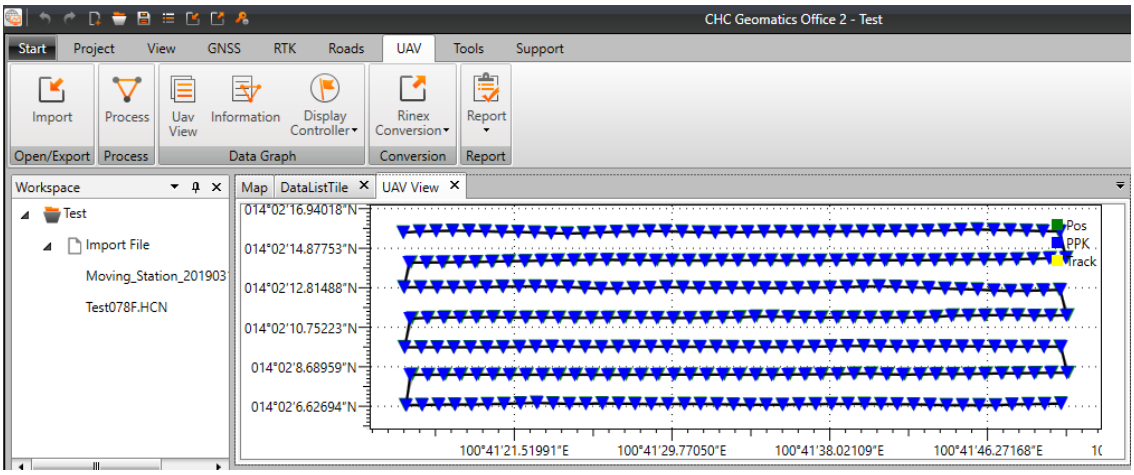
แสดงหน้าจอก่อนการประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK)

จากนั้นกด **Confirm** Confirm เพื่อยืนยันค่า Parameter ต่างๆ ในการคำนวณปรับแก้



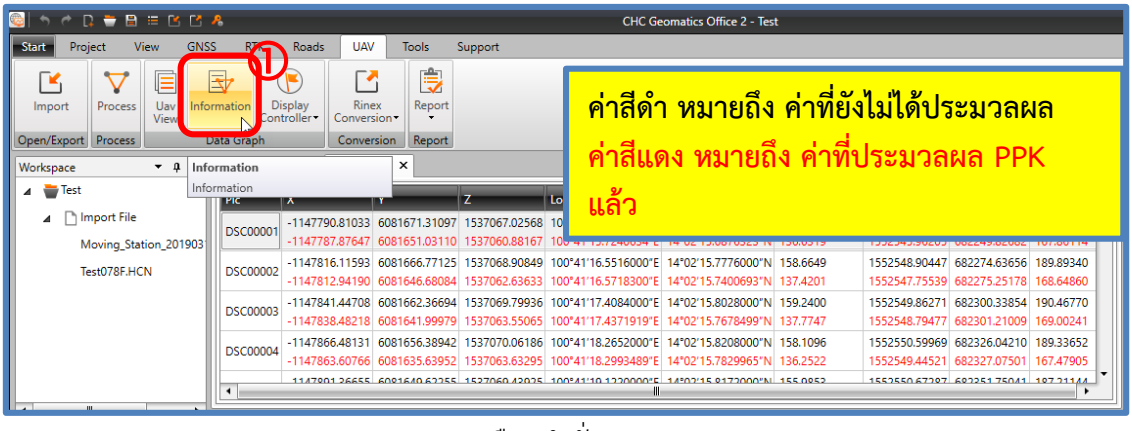
แสดงค่า Parameter ต่างๆ ในการคำนวณปรับแก้

รอให้โปรแกรมทำการประมวลผล เมื่อประมวลผล Post Processing Kinematic แล้วเสร็จจะแสดงผลดังภาพ



แสดงหน้าจอหลังการประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK)

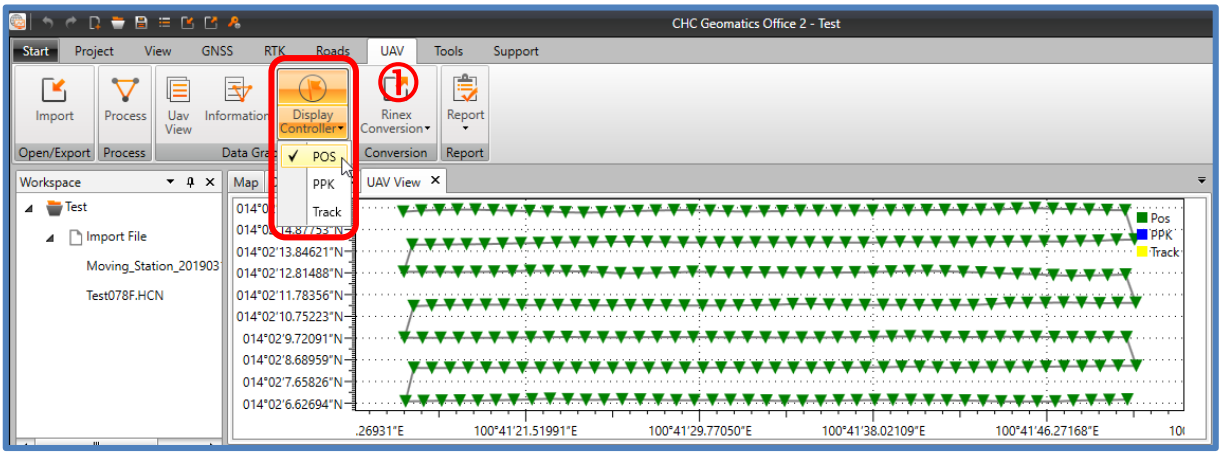
- ค่าที่ได้ออกมาหลังจากประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK) ให้เลือกคำสั่ง **Information** ตามข้อ ① โดย**ค่าสีดำ** คือ ค่าที่ยังไม่ได้ประมวลผลคำนวณปรับแก้ และ**ค่าสีแดง** คือ ค่าที่ประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK) แล้ว



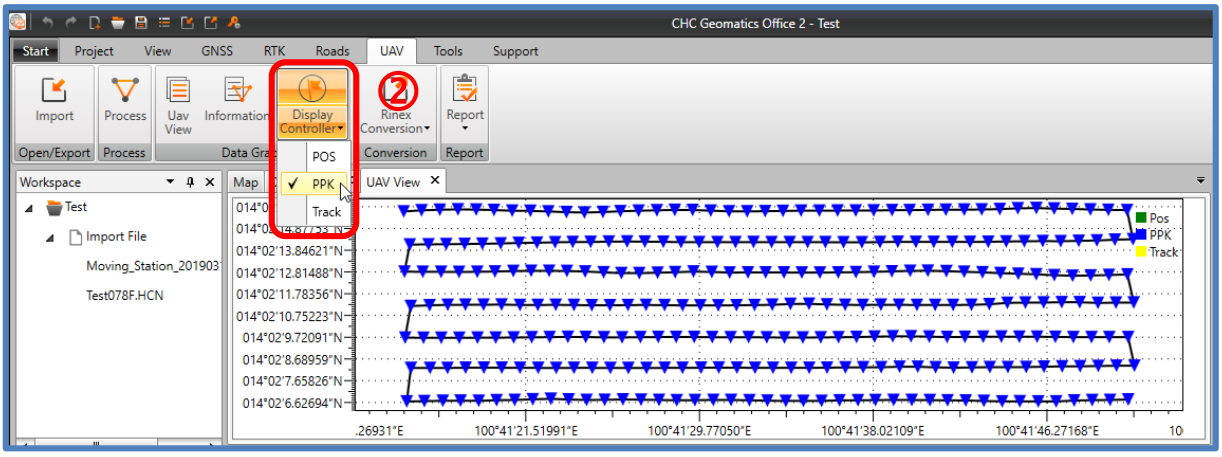
แสดงการเลือกคำสั่ง Information

การดู Display ต่างๆ ให้เลือกคำสั่ง **UAV View** และการเลือกคำสั่ง **Display Controller** โดยเลือกได้ทั้งหมด ๓ รูปแบบ คือ

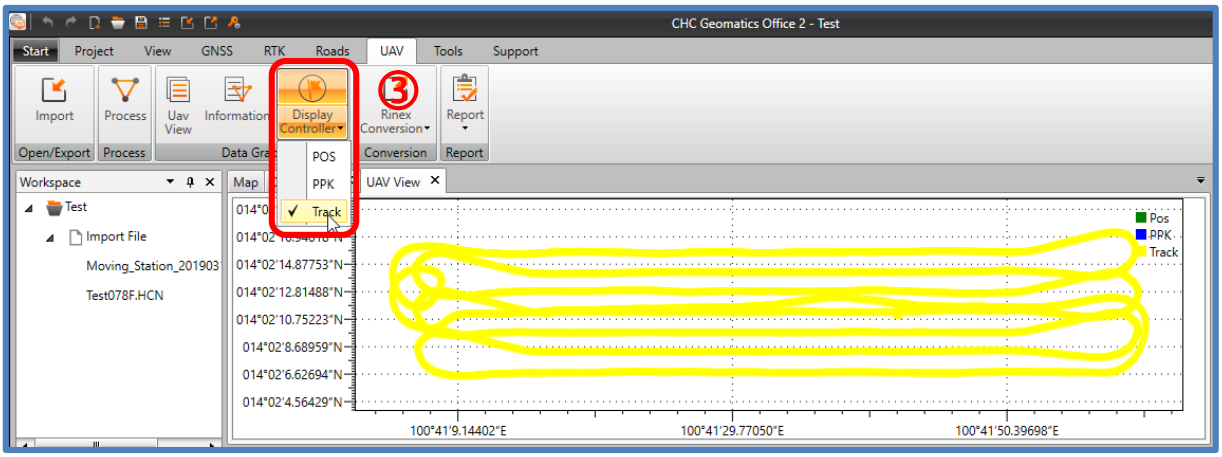
- **POS** หมายถึง แสดงตำแหน่งการถ่ายภาพของอากาศยานฯ ตามข้อ ①
- **PPK** หมายถึง แสดงตำแหน่งการถ่ายภาพของอากาศยานฯ หลังการประมวลผลแบบ Post Processing Kinematic (PPK) แล้ว ตามข้อ ②
- **Track** หมายถึง แสดงเส้นทางการบินทั้งหมดของอากาศยานฯ ตามข้อ ③



แสดง Display Controller แบบ POS



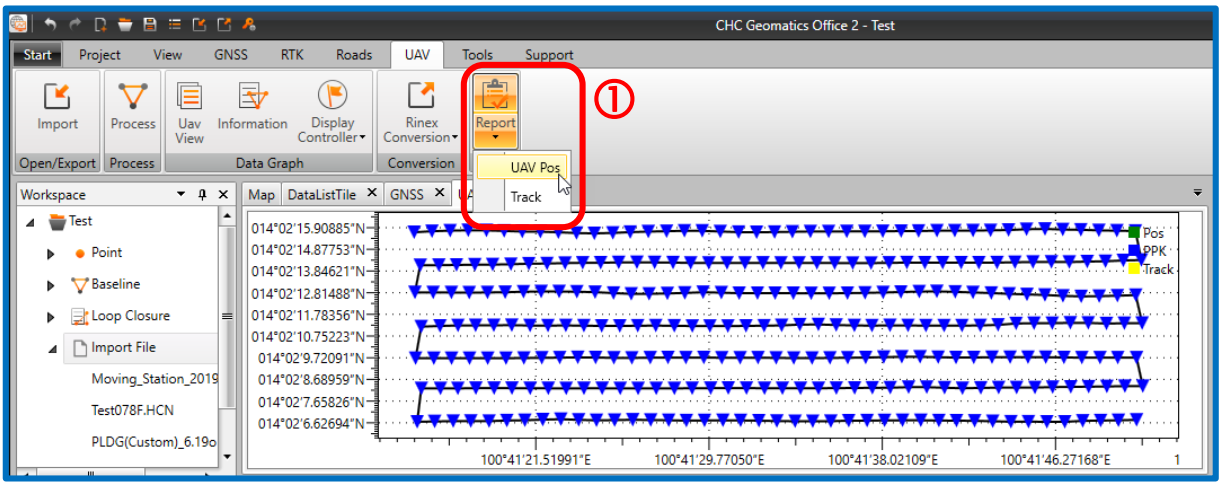
แสดง Display Controller แบบ PPK



แสดง Display Controller แบบ Track

(๕) การเตรียมข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ของภาพถ่ายจากการคำนวณปรับแก้โดยโปรแกรม CGO สำหรับนำเข้า (Import) โปรแกรม Pix4Dmapper มีขั้นตอนดังนี้

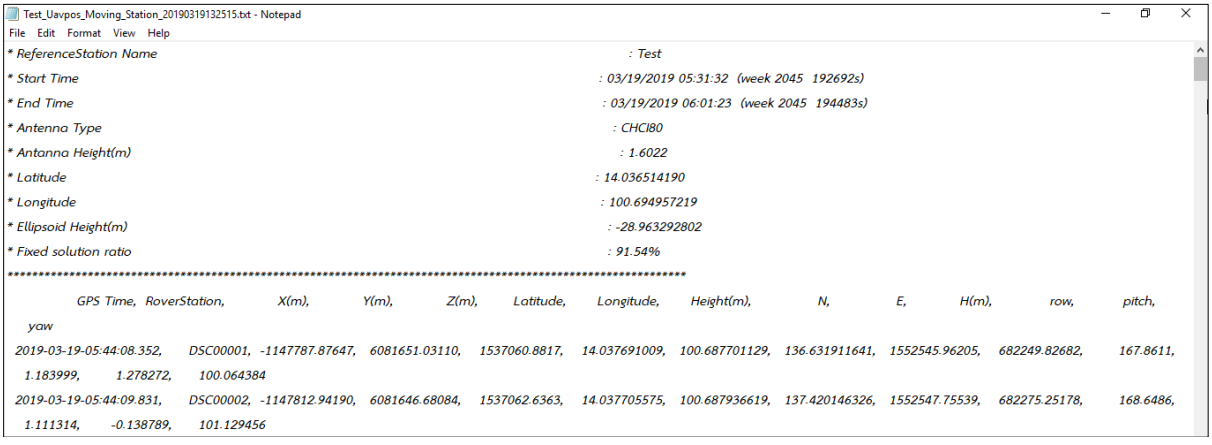
- ในส่วนรายงานข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ของภาพถ่าย เลือกคำสั่ง **Report** ตามข้อ ① ให้เลือก **UAV Pos** ซึ่งจะได้ข้อมูลรูปแบบ Text File ออกมา



แสดงการเลือก UAV Pos

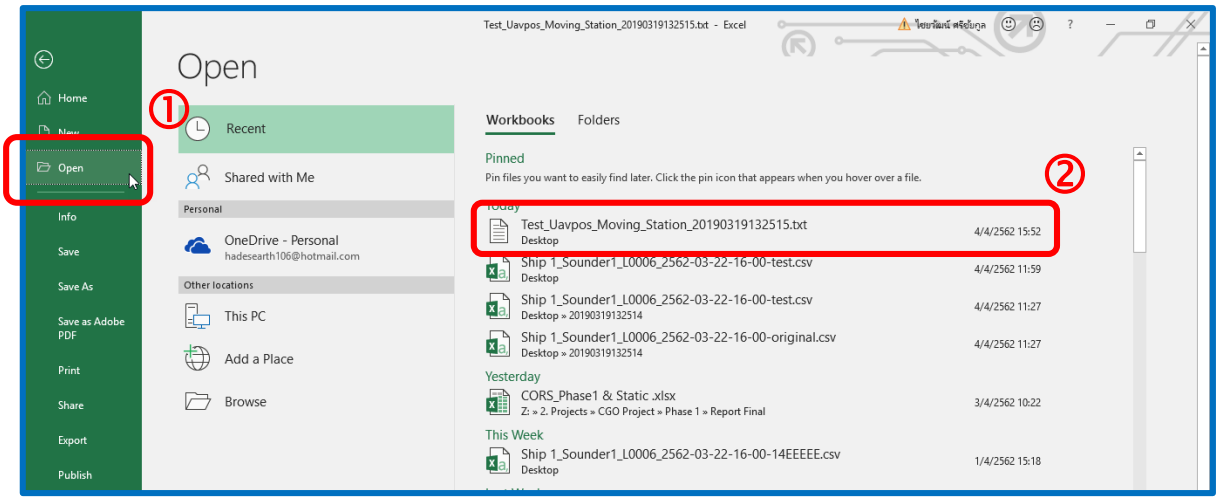
- โปรแกรม CGO จะบันทึก (Save) รายงานข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ของภาพถ่าย หลังการประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK) ให้แบบอัตโนมัติ โดย Default ที่จัดเก็บจะเป็น

C:\Users**“ชื่อคอมพิวเตอร์”**\Documents\CGO2\Project**“ชื่อ Project ที่เรากำหนด”**\Uav\Reports



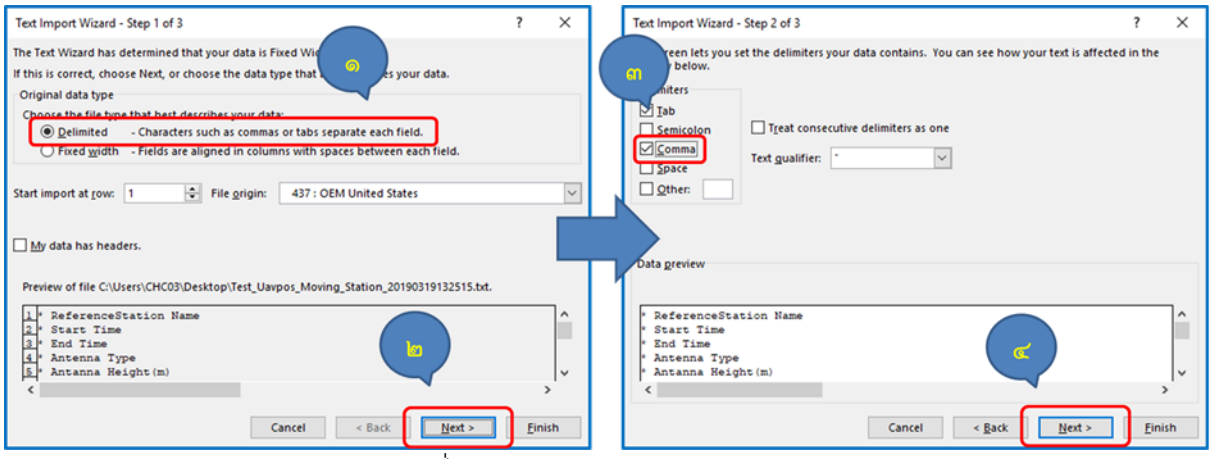
แสดงรายงานข้อมูลของภาพถ่ายหลังการประมวลผลแบบ PPK ในรูปแบบ File Text

- การเตรียม File สำหรับประมวลผลในโปรแกรม Pix4Dmapper ทำการเปิดโปรแกรม Microsoft Excel และเลือกคำสั่ง **Open** ตามข้อ ① เพื่อเปิด Text File ที่ได้จากโปรแกรม CGO ตามข้อ ②



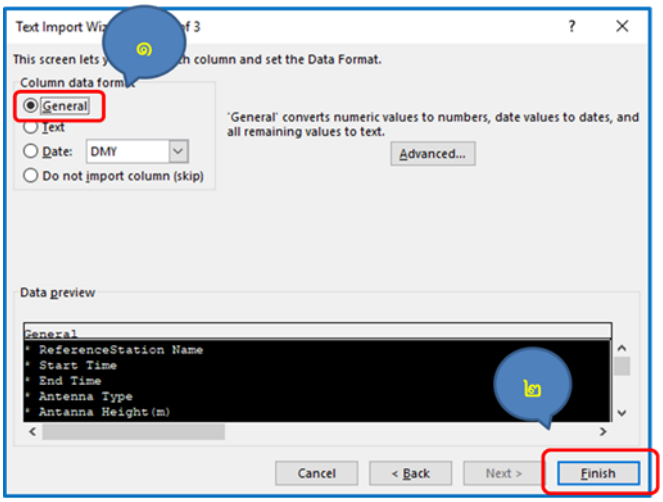
แสดงการเปิด Text File ที่ได้จากโปรแกรม CGO ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel (1)

ทำการเลือกคำสั่งต่างๆ ตามรูปแล้วคลิกปุ่ม **Next**



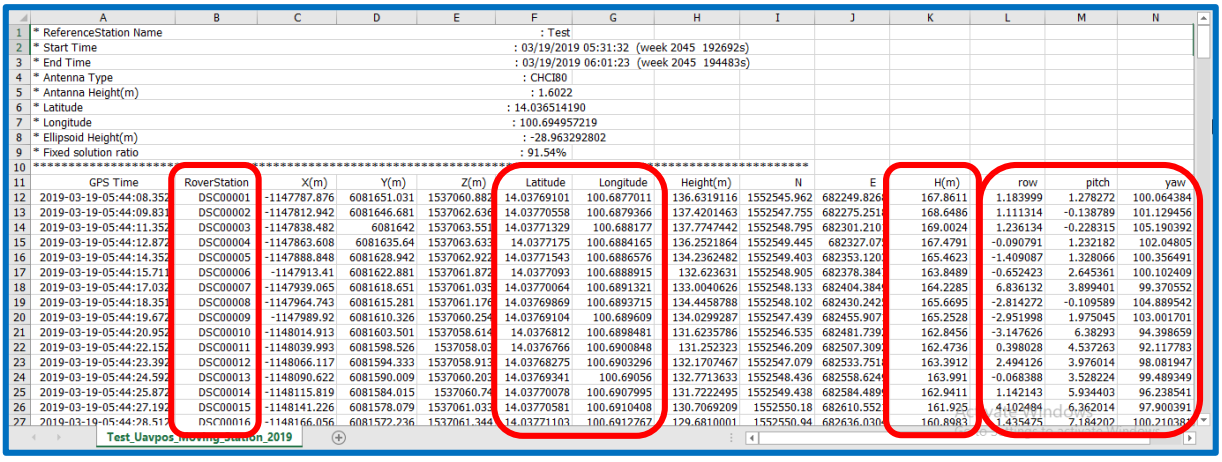
แสดงการเปิด Text File ที่ได้จากโปรแกรม CGO ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel (2)

ให้เลือกคำสั่งต่างๆตามรูปแล้วคลิกปุ่ม **Finish** จะแสดง Text File บนโปรแกรม Microsoft Excel



แสดงการเปิด File Text ที่ได้จากโปรแกรม CGO ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel (3)

เนื่องจากในโปรแกรม Pix4Dmapper ไม่สามารถปรับแก้ค่าความสูงด้วยจีออยด์ (Geoid) ได้ จึงได้นำค่าความสูงแบบ Orthometric H. ที่ได้จากโปรแกรม CGO มาใช้ในช่องความสูง สรุปแล้วต้องจะใช้ค่าจาก ๗ Column ได้แก่ RoverStation, Latitude, Longitude, H(m), row, pitch, yaw ดังภาพ

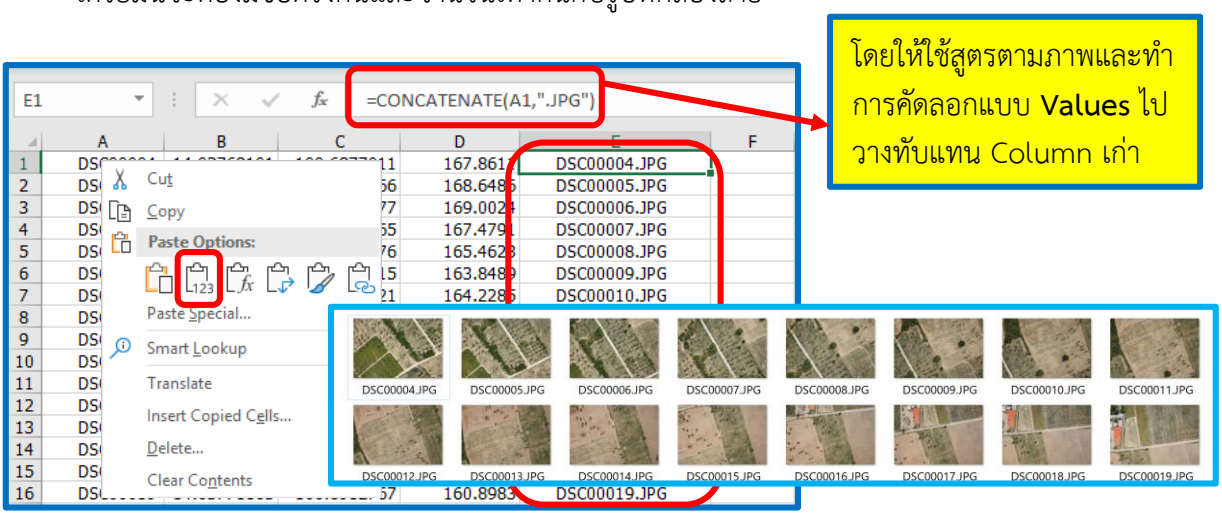


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	* ReferenceStation Name					: Test								
2	* Start Time					: 03/19/2019 05:31:32 (week 2045 192692s)								
3	* End Time					: 03/19/2019 06:01:23 (week 2045 194483s)								
4	* Antenna Type					: CHCI80								
5	* Antanna Height(m)					: 1.6022								
6	* Latitude					: 14.036514190								
7	* Longitude					: 100.694957219								
8	* Ellipsoid Height(m)					: -28.963292802								
9	* Fixed solution ratio					: 91.54%								
10	**********													
11	GPS Time	RoverStation	X(m)	Y(m)	Z(m)	Latitude	Longitude	Height(m)	N	E	H(m)	row	pitch	yaw
12	2019-03-19-05:44:08.352	DSC00001	-1147787.876	6081651.031	1537060.882	14.03769101	100.6877011	136.6319116	1552545.962	682249.826	167.8611	1.183999	1.278272	100.064384
13	2019-03-19-05:44:09.831	DSC00002	-1147812.942	6081646.681	1537062.636	14.03770558	100.6879366	137.4201463	1552547.755	682275.251	168.6486	1.111314	-0.138789	101.129456
14	2019-03-19-05:44:11.352	DSC00003	-1147838.482	6081642	1537063.551	14.03771329	100.688177	137.7747442	1552548.795	682301.210	169.0024	1.236134	-0.228315	105.190392
15	2019-03-19-05:44:12.872	DSC00004	-1147863.608	6081635.64	1537063.633	14.0377175	100.6884165	136.2521864	1552549.445	682327.072	167.4791	-0.090791	1.232182	102.04805
16	2019-03-19-05:44:14.352	DSC00005	-1147888.848	6081628.942	1537062.922	14.03771543	100.6886576	134.2362482	1552549.403	682353.120	165.4623	-1.409087	1.328066	100.356491
17	2019-03-19-05:44:15.711	DSC00006	-1147913.41	6081622.881	1537061.872	14.0377093	100.6888915	132.623631	1552548.905	682378.384	163.8489	-0.652423	2.645361	100.102409
18	2019-03-19-05:44:17.032	DSC00007	-1147939.065	6081618.651	1537061.035	14.03770064	100.6891321	133.0040626	1552548.133	682404.384	164.2285	6.836132	3.899401	99.370552
19	2019-03-19-05:44:18.351	DSC00008	-1147964.743	6081615.281	1537061.176	14.03769869	100.6893715	134.4458788	1552548.102	682430.242	165.6695	-2.814272	-0.109589	104.889542
20	2019-03-19-05:44:19.672	DSC00009	-1147989.92	6081610.326	1537060.254	14.03769104	100.689609	134.0299287	1552547.439	682455.907	165.2528	-2.951998	1.975045	103.001701
21	2019-03-19-05:44:20.952	DSC00010	-1148014.913	6081603.501	1537058.614	14.0376812	100.6898481	131.6235786	1552546.535	682481.739	162.8456	-3.147626	6.38293	94.398659
22	2019-03-19-05:44:22.152	DSC00011	-1148039.993	6081598.526	1537058.03	14.0376766	100.6900848	131.252323	1552546.209	682507.309	162.4736	0.398028	4.537263	92.117783
23	2019-03-19-05:44:23.392	DSC00012	-1148066.117	6081594.333	1537058.913	14.03768275	100.6903296	132.1707467	1552547.079	682533.751	163.3912	2.494126	3.976014	98.081947
24	2019-03-19-05:44:24.592	DSC00013	-1148090.622	6081590.009	1537060.203	14.03769341	100.69056	132.7713633	1552548.436	682558.624	163.991	-0.068388	3.528224	99.489349
25	2019-03-19-05:44:25.872	DSC00014	-1148115.819	6081584.015	1537060.74	14.03770078	100.6907995	131.7222495	1552549.438	682584.489	162.9411	1.142143	5.934403	96.238541
26	2019-03-19-05:44:27.192	DSC00015	-1148141.226	6081578.079	1537061.033	14.03770581	100.6910408	130.7069209	1552550.18	682610.552	161.925	4.102484	6.362014	97.900391
27	2019-03-19-05:44:28.512	DSC00016	-1148166.056	6081572.236	1537061.344	14.03771103	100.6912767	129.6810001	1552550.94	682636.030	160.8983	1.435475	7.184202	100.210385

Test_Uavpos_Moving_Station_2019

แสดงค่าจาก ๗ Column ที่จำเป็นในการนำเข้าในโปรแกรม Pix4Dmapper

ทำการลบทุกอย่างที่ไม่เกี่ยวกับ ๗ Column ทิ้ง และให้ตรวจสอบค่า RoverStation ภาพแรกให้มีชื่อตรงกันกับภาพแรกที่กล้องถ่ายรูปได้ พร้อมกับเพิ่ม “.JPG” ให้ข้างหลังทุกภาพถ่าย และ File CSV ที่เตรียมนี้จะต้องมีชื่อตรงกันและจำนวนเท่ากันกับรูปที่กล้องถ่าย



แสดงสูตรในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้เพิ่ม “.JPG” ในช่อง RoverStation

	A	B	C	D	E	F	G
1	DSC00004.JPG	12.95967	100.973	275.0011	-1.02906	1.552477	-144.116
2	DSC00005.JPG	12.95951	100.9727	275.3133	-0.37243	1.908834	-144.074
3	DSC00006.JPG	12.95936	100.9725	274.6888	-1.42055	1.598077	-145.849
4	DSC00007.JPG	12.95921	100.9722	274.1483	3.953359	5.755396	-146.759
5	DSC00008.JPG	12.95907	100.9719	274.1055	1.541113	4.855922	-142.581
6	DSC00009.JPG	12.95892	100.9716	273.8244	2.930891	5.224875	-146.457
7	DSC00010.JPG	12.95876	100.9714	273.0373	0.373324	5.11758	-147.999
8	DSC00011.JPG	12.9586	100.9711	273.3308	-0.25106	6.538751	-144.466
9	DSC00012.JPG	12.95845	100.9708	274.7865	-1.05855	5.987604	-144.315
10	DSC00013.JPG	12.9583	100.9705	273.683	1.321532	5.254212	-148.403
11	DSC00014.JPG	12.95813	100.9703	273.9646	3.839119	7.876975	-146.264
12	DSC00015.JPG	12.95797	100.97	274.3335	-0.98066	6.400714	-146.963
13	DSC00016.JPG	12.95781	100.9697	275.698	1.463157	7.764179	-145.158
14	DSC00017.JPG	12.95767	100.9695	277.6914	0.141671	5.838027	-143.788
15	DSC00018.JPG	12.95752	100.9692	277.547	-2.23746	1.998798	-147.229
16	DSC00019.JPG	12.95736	100.9689	275.9534	0.974196	6.483522	-145.28
17	DSC00020.JPG	12.95721	100.9686	275.0924	-0.80997	5.276524	-143.422

แสดงรูปแบบตัวอย่าง CSV File ที่พร้อมสำหรับการนำเข้าไปประมวลในโปรแกรม Pix4Dmapper

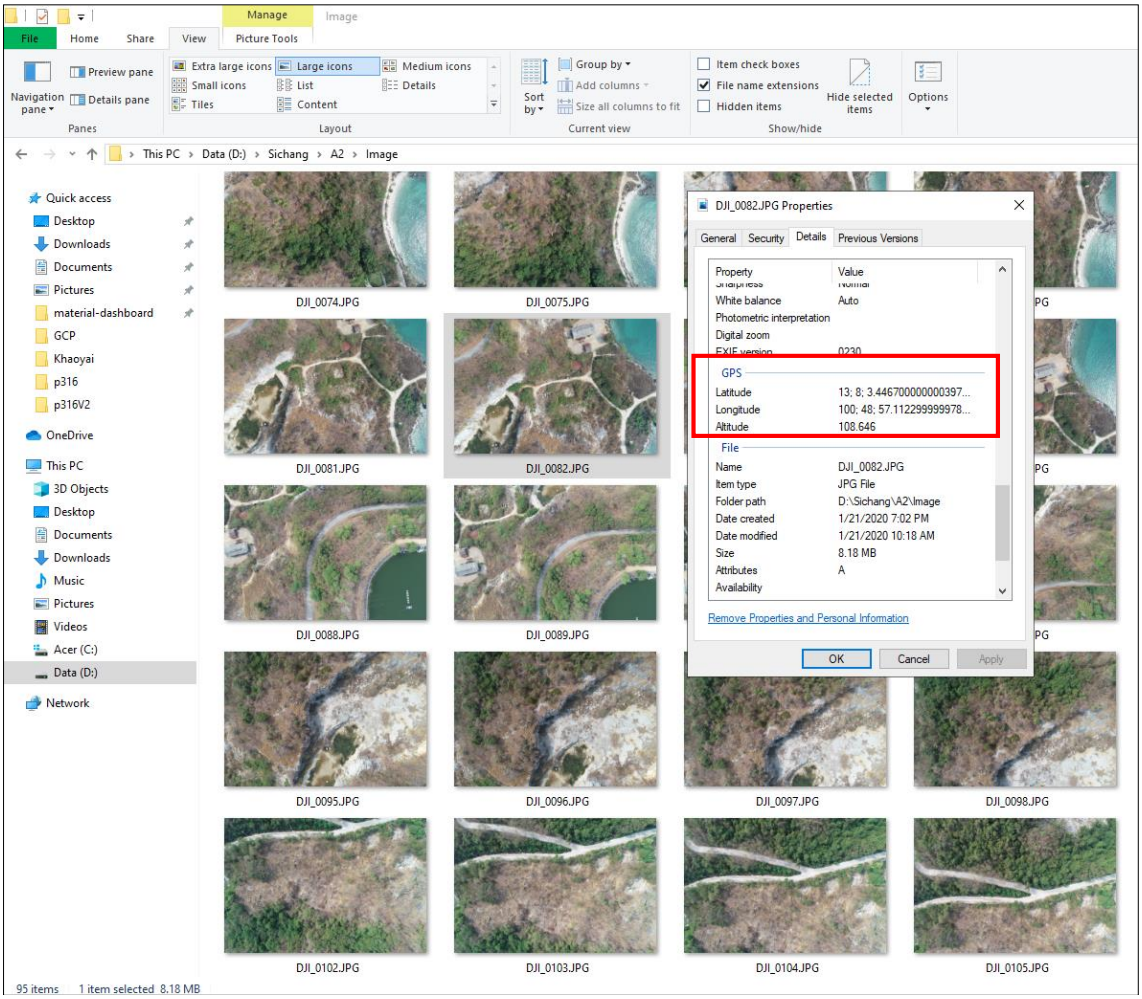
๕.๑.๒ ข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒

การประมวลผลข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ จะไม่เหมือนกับอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ เนื่องจากข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่ง (Position) และการเอียง (Orientation) ที่ได้จากอากาศยานฯ จะอยู่ในรูปไฟล์ Log ที่บันทึกลงบนภาพถ่าย ผู้ใช้งานไม่ต้องทำการประมวลผล Post Processing Kinematic (PPK) ทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น โดยสามารถนำข้อมูลออกจากอากาศยานฯ ได้ ๒ ขั้นตอน ดังนี้

(๑) นำหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ออกมาจาก Slot ที่อยู่ด้านข้างของอากาศยานฯ

(๒) นำหน่วยความจำภายนอกชนิด MicroSD Card ไปต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลภาพถ่ายออกมาทั้ง Folder

แสดงการนำข้อมูลออกจากอากาศยานฯ



แสดงข้อมูลภาพถ่ายพร้อมไฟล์ Log ที่บันทึกลงบนภาพถ่าย

๕.๒ การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix4Dmapper

๕.๒.๑ หลักการและขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix4Dmapper

อธิบายส่วนประกอบของโปรแกรม Pix4Dmapper ได้ดังนี้

แสดงส่วนประกอบของโปรแกรม Pix4Dmapper

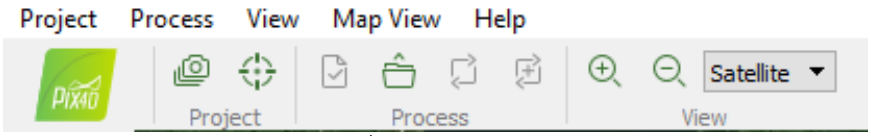
ส่วนที่ ๑ Toolbar คือ เมนูจัดการไฟล์ ประกอบด้วย

- **เมนู Project** ได้แก่ การสร้างโปรเจคใหม่ (New Project), การบันทึกโปรเจค (Save Project/Save Project As), การเปิด/ปิดโปรเจคที่ได้บันทึกไว้ (Open Project/Close Project), การแก้ไขข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Image Properties Editor), การเลือกระบบพิกัดของผลลัพธ์จากการประมวลผล (Select Output Coordinate System), เครื่องมือจัดการโยงยึดด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (GCP/MTP Manager)

- **เมนู Process** ได้แก่ การคำนวณปรับแก้ข้อมูลใหม่ (Reoptimize/ Rematch and Optimize), การสร้างรายงานคุณภาพของผลการประมวลผล (Generate Quality Report)

- **เมนู View และเมนู Map View** ได้แก่ การย่อ/ขยาย หน้าจอแสดงแผนที่ (Zoom In/Zoom Out, การประเภทของ Base Map (Satellite/Map)

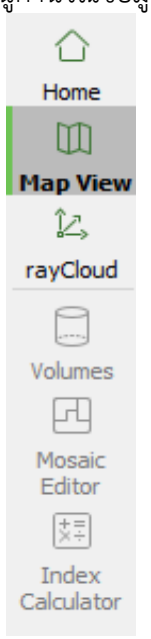
- **เมนู Help** ได้แก่ การให้ความช่วยเหลือในการใช้คำสั่งต่างๆ และการอธิบายตอบข้อสงสัยจาก Pix4D



แสดงเครื่องมือส่วน Toolbar

ส่วนที่ ๒ View Toolbar คือ เมนูจัดการมุมมองของแผนที่ ประกอบด้วย

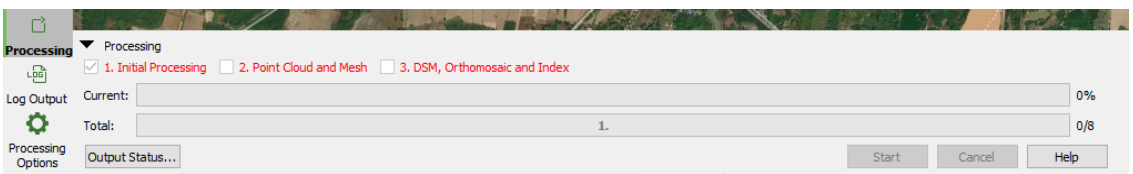
- **เมนู Home** เป็นเมนูแสดงโปรเจค (Project) ที่สร้างล่าสุด
- **เมนู Map View** เป็นเมนูแสดงมุมมองของแผนที่
- **เมนู reyCloud** เป็นเมนูที่แสดงผลการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอกของแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการของการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศ
- **เมนู Volumes** เป็นเมนูจัดการเกี่ยวกับการคิดพื้นที่และปริมาตร
- **เมนู Mosaic Editor** เป็นเมนูที่ปรับแก้สีของภาพออร์โธจริงที่ได้จากการผสมสีภาพเข้าด้วยกันโดยวิธีโมเสก (Mosaic)
- **เมนู Index Calculator** เป็นเมนูคำนวณข้อมูล Index จากการประมวลผล



แสดงเครื่องมือส่วน View Toolbar

ส่วนที่ ๓ Processing Toolbar คือ เครื่องมือจัดการการประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วย

- **เมนู Processing** เป็นแถบเมนูที่แสดงการประมวลผล ๓ ขั้นตอน ได้แก่ ๑.Initial Processing, ๒. Point Cloud and Mesh, ๓. DSM Orthomosaic and Index, แถบแสดงเปอร์เซ็นต์ของการประมวลผล (Current/Total), คำสั่งเริ่มประมวลผลข้อมูล (Start), คำสั่งยกเลิกการประมวลผลข้อมูล (Cancel)
- **เมนู Log Output** เป็นแถบเมนูที่แสดงคำสั่งต่างๆ ที่ผู้ใช้งานได้เลือก และผลของการเลือกคำสั่ง หรือผลการประมวลผลข้อมูล ในรูปแบบไฟล์ Log
- **เมนู Processing Options** เป็นเมนูเกี่ยวกับการตั้งค่าการประมวลผล และตั้งค่าผลลัพธ์จากการประมวลผลทั้ง ๓ ขั้นตอน



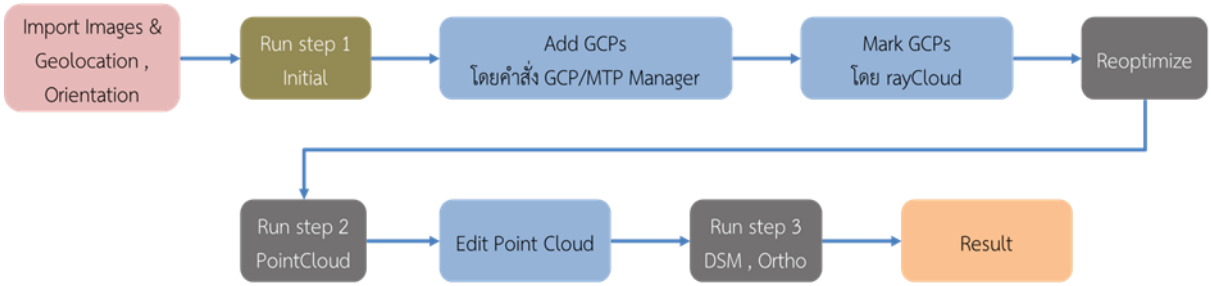
แสดงเครื่องมือส่วน Processing Toolbar

ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยโปรแกรม Pix4Dmapper แบ่งออกเป็น ๓ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑ Initial Processing ขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณตำแหน่งของภาพ การปรับแก้การจับคู่ภาพเพื่อสร้างจุดโยงยึดสำหรับเชื่อมจุดภาพแบบอัตโนมัติ (Auto Tie Point) และการโยงยึดค่าพิกัดด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) เพื่อให้โปรแกรมคำนวณปรับแก้จุดโยงยึด (Tie Point) ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ ๒ Point Cloud and Mesh เป็นขั้นตอนการสร้างพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) โดยการเพิ่มจำนวนของจุดโยงยึด (Tie Point) ซึ่งหากตั้งค่าพารามิเตอร์ในการประมวลผลสูง จะส่งผลให้ผลลัพธ์มีค่าความถูกต้องเชิงเรขาคณิตที่แม่นยำมากขึ้น และเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการประมวลผลมากสุด และสร้างข้อมูลพื้นผิวแบบเวกเตอร์ (Mesh Model) จากพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM) ต่อไป

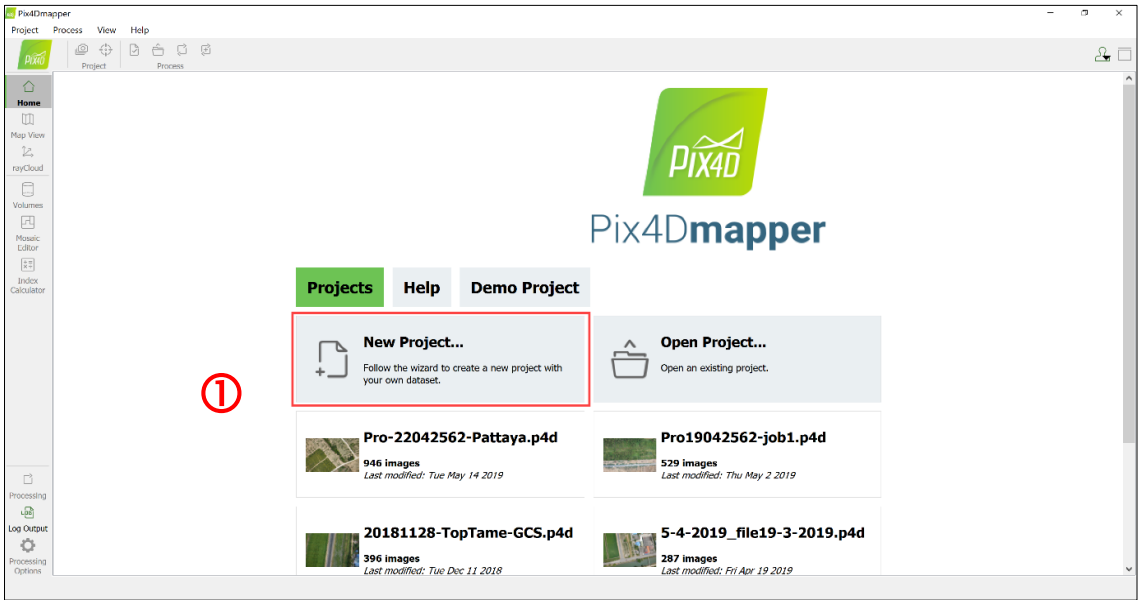
ขั้นตอนที่ ๓ DSM Orthomosaic and Index เป็นขั้นตอนการสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM) การสร้างจะจัดเก็บในรูปแบบราสเตอร์ โดยรวมความสูงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวของโลก เช่น สิ่งปลูกสร้าง ต้นไม่ พุ่มไม้ เป็นต้น และการสร้างเป็นออร์โธจริง (True Orthophoto) คือการนำแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM) และแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model, DTM) มาประมวลผลแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตรวมทั้งการผสมสีภาพเข้าด้วยกันโดยวิธีโมเสก (Mosaic) และทำการแก้ไขสีของวัตถุภายในภาพ



แผนผังแสดงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยโปรแกรม Pix4Dmapper

๕.๒.๒ ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรม Pix4Dmapper

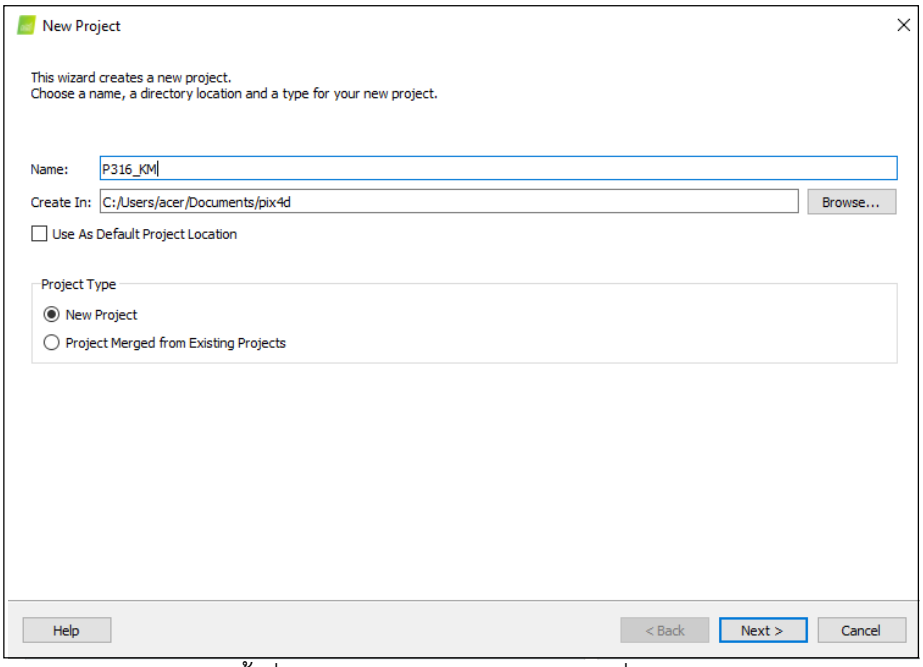
๕.๒.๒.๑ สร้าง Project และเลือก **New Project** ตามข้อ ①



แสดงการสร้าง Project

๕.๒.๒.๒ ตั้งชื่อ Project

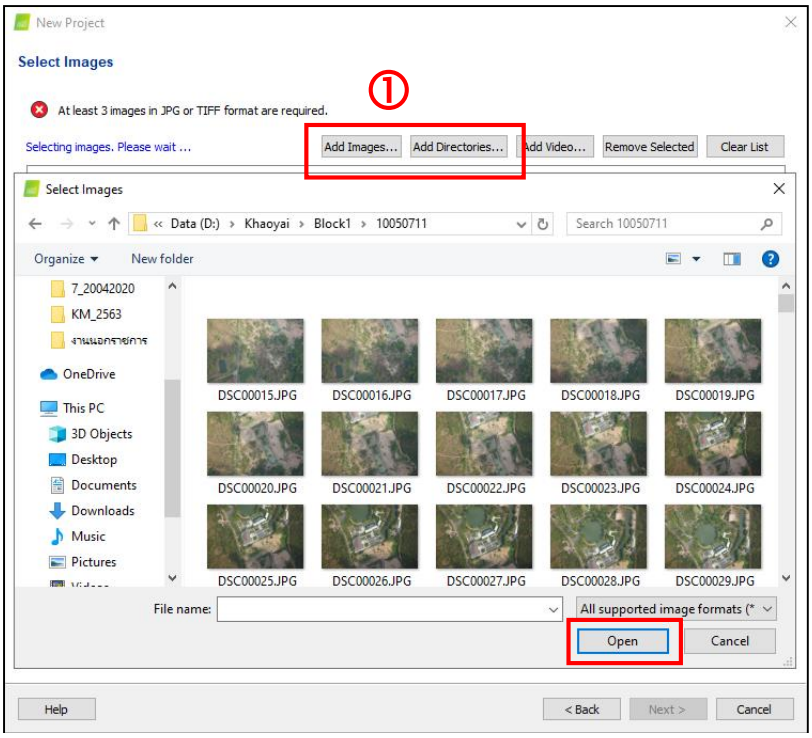
ตั้งชื่อ Project ในช่อง Name: และเลือก Folder ที่บันทึก Project ในช่อง Create In: โดยคลิกปุ่ม **Browse...** Browse... หา Folder ที่ต้องการจัดเก็บ จากนั้นคลิกปุ่ม **Next>** Next >



แสดงการตั้งชื่อ Project และเลือก Folder ที่บันทึก Project

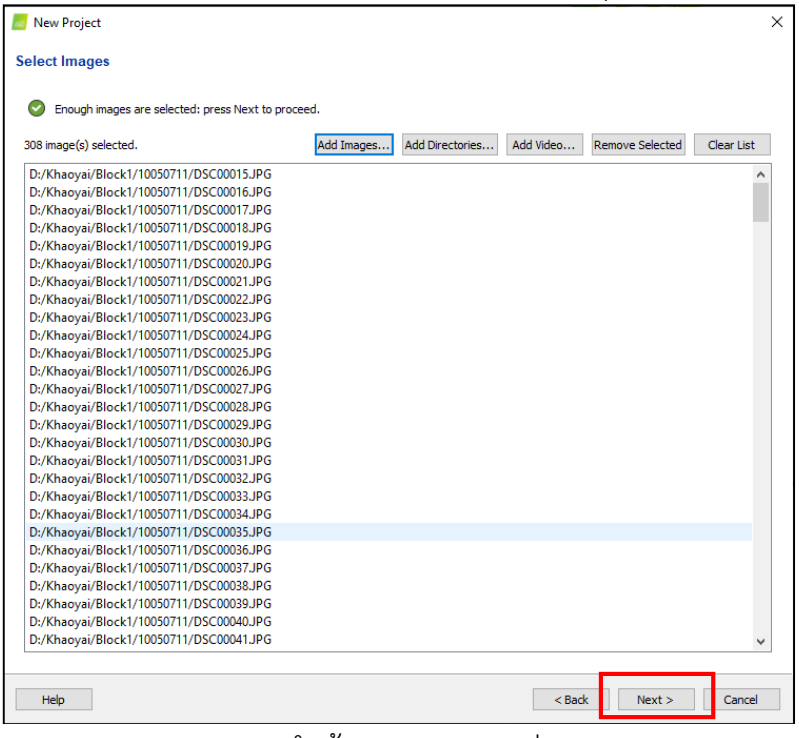
๕.๒.๒.๓ นำเข้า (Import) ภาพถ่าย

นำเข้า (Import) ภาพถ่ายโดยคลิกปุ่ม **Add Images...** หรือ **Add directories...** ตามข้อ ① จากนั้นคลิกปุ่ม **Open** Open



แสดงการนำเข้า (Import) ภาพถ่าย (๑)

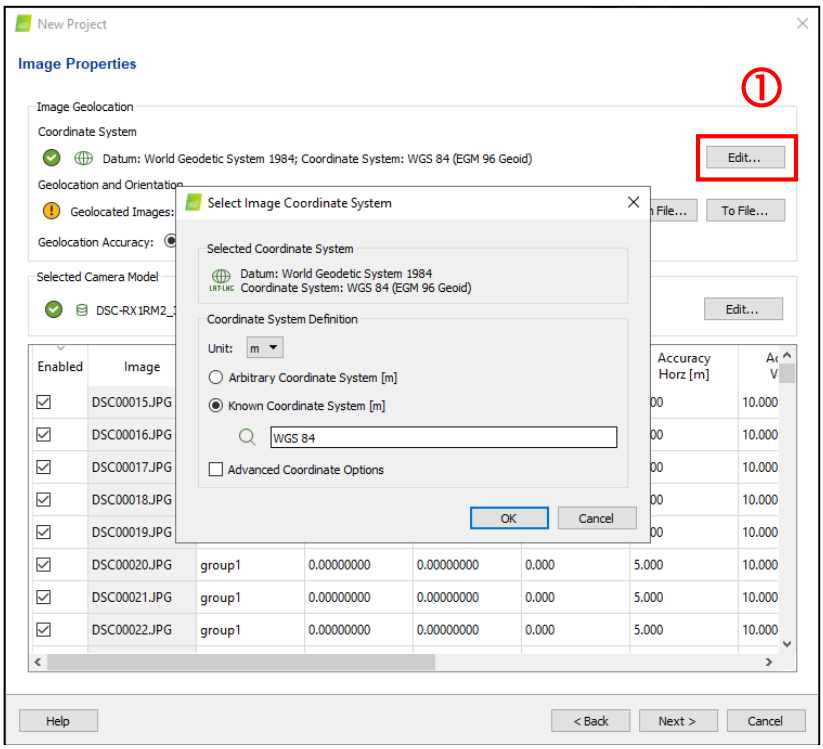
เมื่อนำเข้า (Import) ภาพถ่ายเข้ามาแล้วเสร็จ จากนั้นคลิกปุ่ม **Next>** Next >



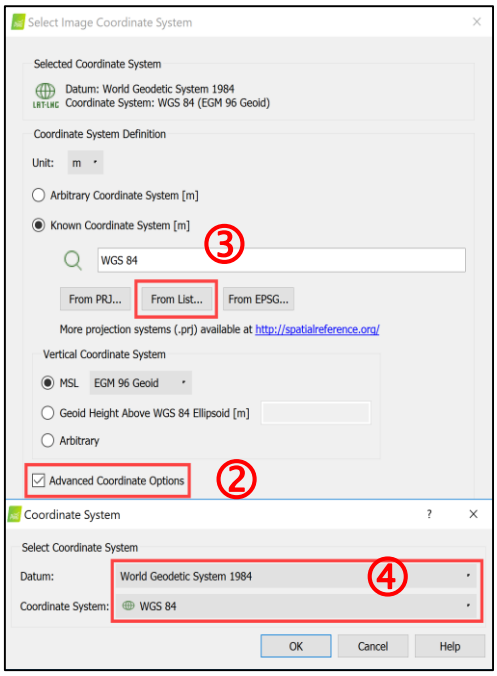
แสดงการนำเข้า (Import) ภาพถ่าย (๒)

๕.๒.๒.๔ การกำหนดระบบพิกัด จากตัวอย่างใช้ค่าพิกัดในระบบ UTM WGS84

ให้เลือก Coordinate System เป็น WGS84 โดยคลิกปุ่ม **Edit** (ตามข้อ ①) --> **Advanced Coordinate Option** (ตามข้อ ②) --> **From List..** (ตามข้อ ③) --> **Datum: World Geodetic System1984** (ตามข้อ ④) --> **Coordinate System: WGS84** (ตามข้อ ④) จากนั้นคลิกปุ่ม **OK** OK และคลิกปุ่ม **OK** OK อีกครั้งเพื่อกลับไปที่หน้าต่าง Image Properties



แสดงการเลือก Coordinate System (๑)

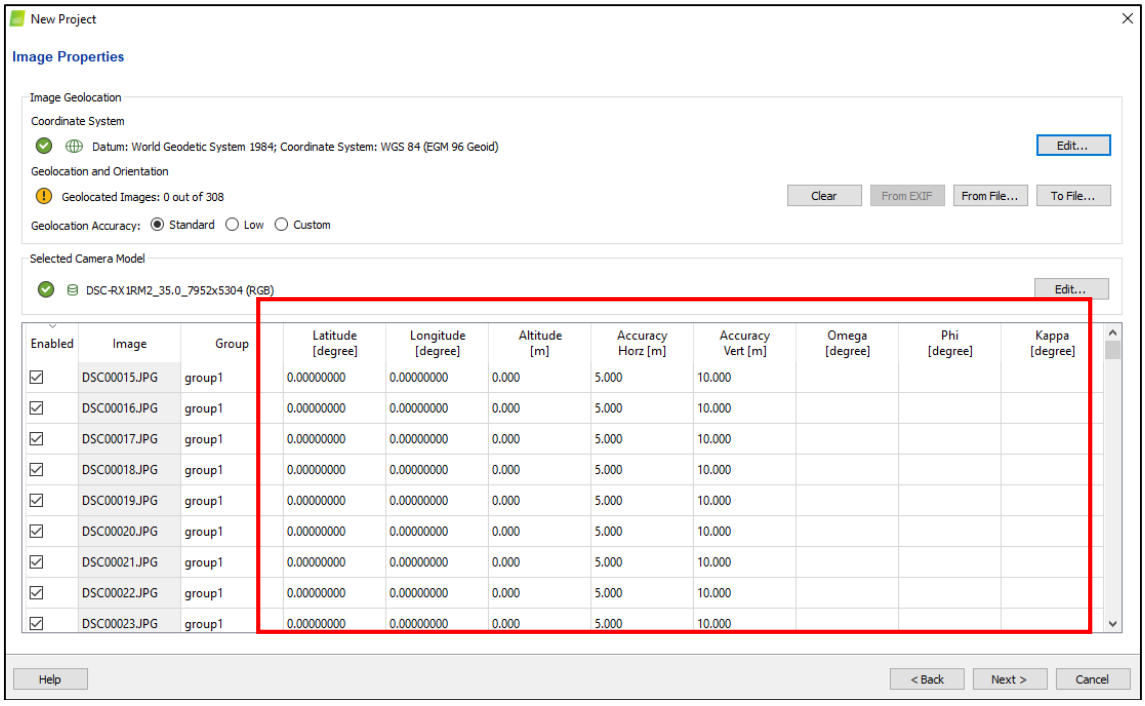


แสดงการเลือก Coordinate System (๒)

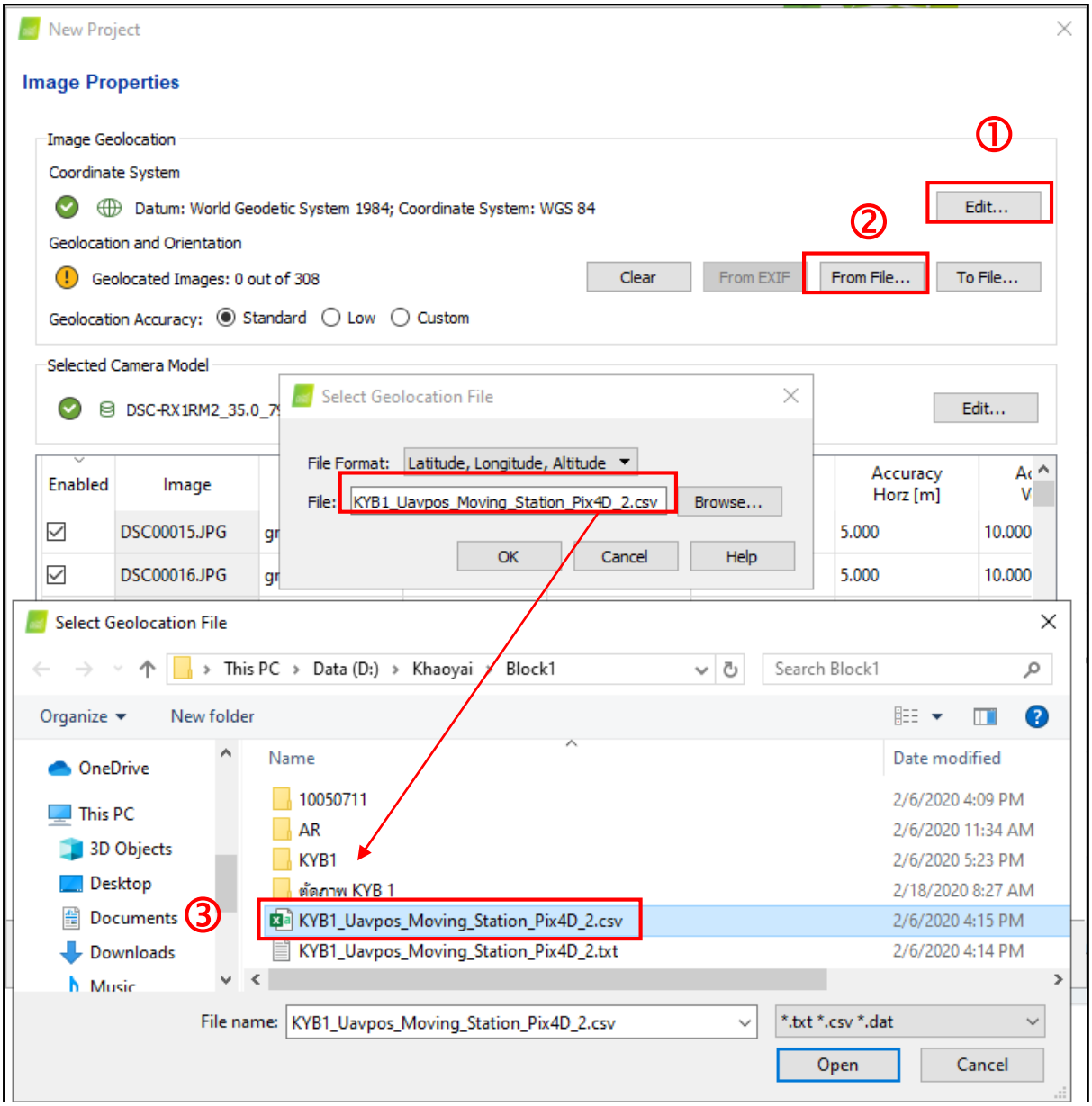
๕.๒.๒.๕ กรณี ๑ ประมวลผลข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

ทำการนำเข้า (Import) ข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) หรือ File CSV ค่าตำแหน่งของภาพถ่ายที่ได้เตรียมไว้ โดยคลิกปุ่ม **From File...** (ตามข้อ ①) --> **File Format :** Latitude, Longitude, Altitude (ตามข้อ ②) --> **Browse...** --> เลือก File CSV ที่เตรียมไว้ (ตามข้อ ③) แล้วทำการคลิกปุ่ม **OK** OK เพื่อนำเข้าข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation)

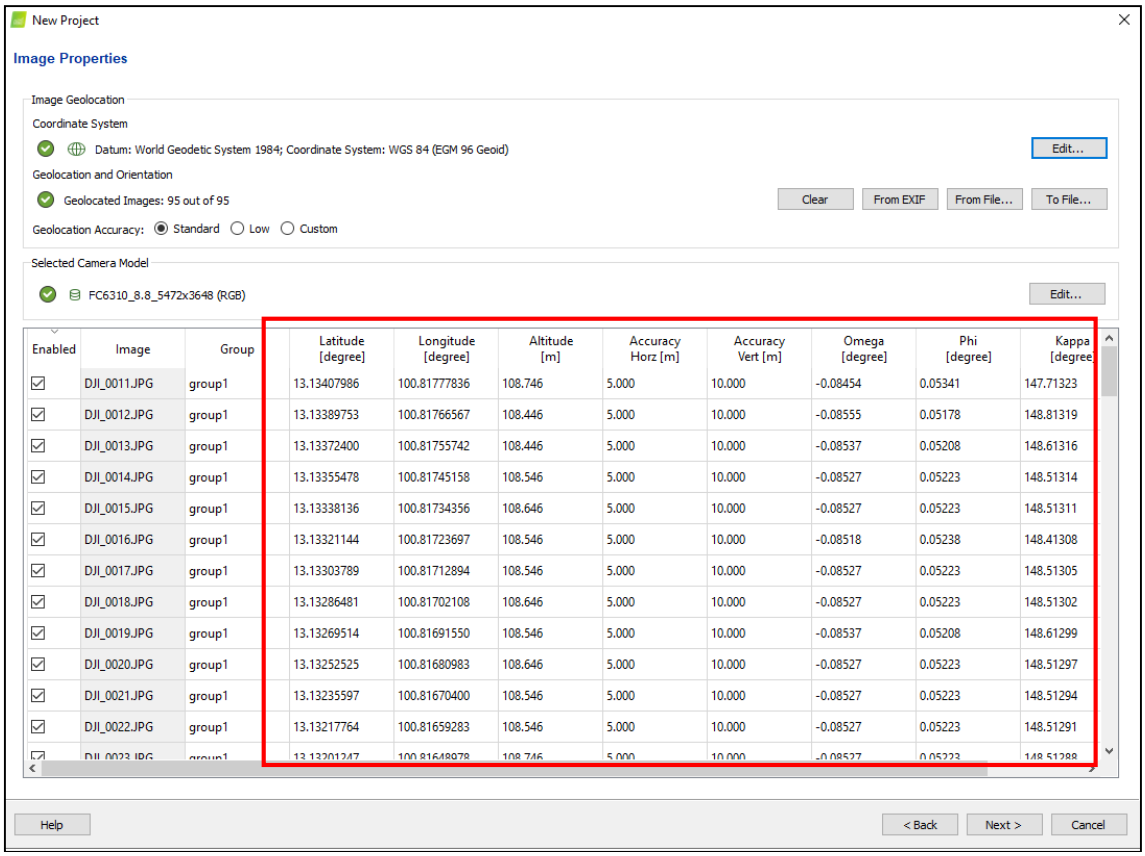
กรณี ๒ ประมวลผลข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom๔ Pro V.๒ ไม่ต้องทำการนำเข้า (Import) เนื่องจากข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่ง (Position) และการเอียง (Orientation) ที่ได้จากอากาศยานฯ จะอยู่ในรูปไฟล์ Log ที่บันทึกลงบนภาพถ่าย ส่งผลให้ข้อมูลข้างต้นปรากฏโดยอัตโนมัติหลังจากการนำเข้าภาพถ่าย



แสดงข้อมูลหลังการนำเข้าภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖ (กรณี ๑)



แสดงการนำเข้า (Import) File CSV ค่าตำแหน่งของภาพถ่ายของข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed Wing Hybrid UAV) ยี่ห้อ CHCNAV รุ่น P๓๑๖

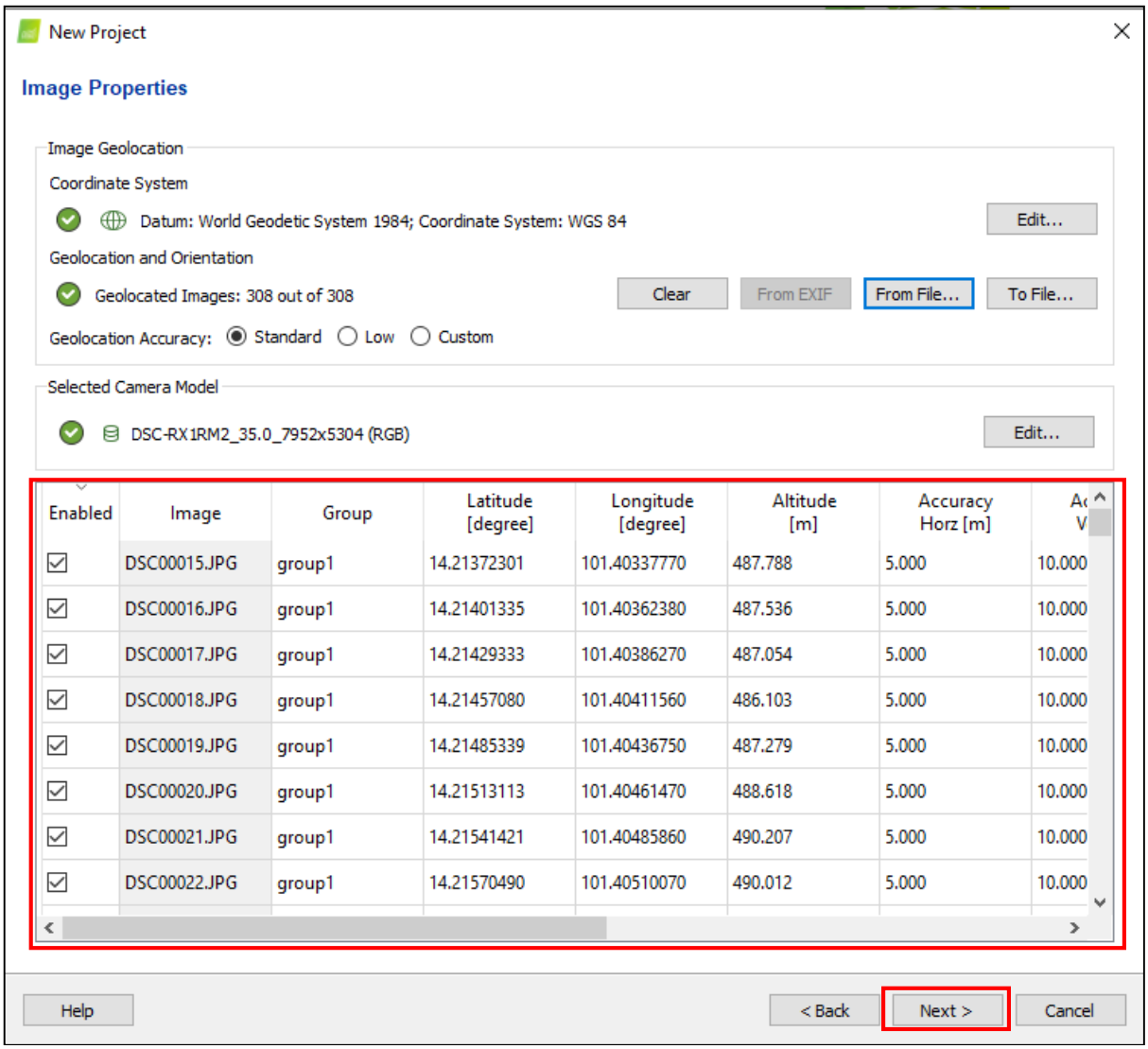


Enabled	Image	Group	Latitude [degree]	Longitude [degree]	Altitude [m]	Accuracy Horz [m]	Accuracy Vert [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree
☑	DJI_0011.JPG	group1	13.13407986	100.81777836	108.746	5.000	10.000	-0.08454	0.05341	147.71323
☑	DJI_0012.JPG	group1	13.13389753	100.81766567	108.446	5.000	10.000	-0.08555	0.05178	148.81319
☑	DJI_0013.JPG	group1	13.13372400	100.81755742	108.446	5.000	10.000	-0.08537	0.05208	148.61316
☑	DJI_0014.JPG	group1	13.13355478	100.81745158	108.546	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51314
☑	DJI_0015.JPG	group1	13.13338136	100.81734356	108.646	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51311
☑	DJI_0016.JPG	group1	13.13321144	100.81723697	108.546	5.000	10.000	-0.08518	0.05238	148.41308
☑	DJI_0017.JPG	group1	13.13303789	100.81712894	108.546	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51305
☑	DJI_0018.JPG	group1	13.13286481	100.81702108	108.646	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51302
☑	DJI_0019.JPG	group1	13.13269514	100.81691550	108.546	5.000	10.000	-0.08537	0.05208	148.61299
☑	DJI_0020.JPG	group1	13.13252525	100.81680983	108.646	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51297
☑	DJI_0021.JPG	group1	13.13235597	100.81670400	108.546	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51294
☑	DJI_0022.JPG	group1	13.13217764	100.81659283	108.546	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51291
☑	DJI_0023.JPG	group1	13.13201247	100.81648978	108.746	5.000	10.000	-0.08527	0.05223	148.51288

แสดงข้อมูลหลังการนำเข้าภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)
ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom4 Pro V.2 (กรณี ๒)

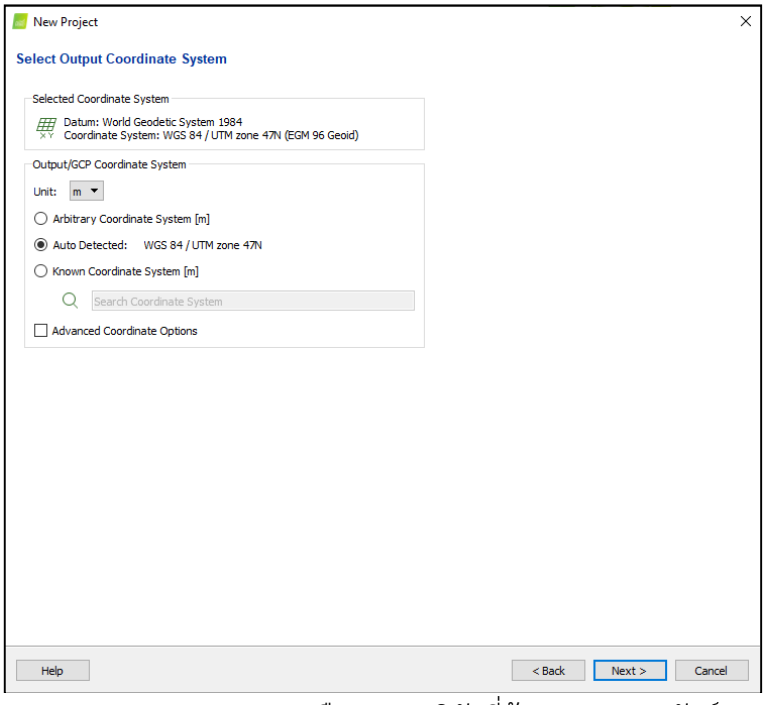
๕.๒.๒.๖ เมื่อนำเข้า (Import) ภาพถ่ายและข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation)

เมื่อนำเข้า (Import) ภาพถ่ายและข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation) ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่ง (Position) และการเอียง (Orientation) ของภาพถ่าย เข้ามาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบข้อมูลที่นำเข้า จากนั้นคลิกปุ่ม **Next**



แสดงผลหลังการนำเข้า (Import) ภาพถ่าย
และข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation)

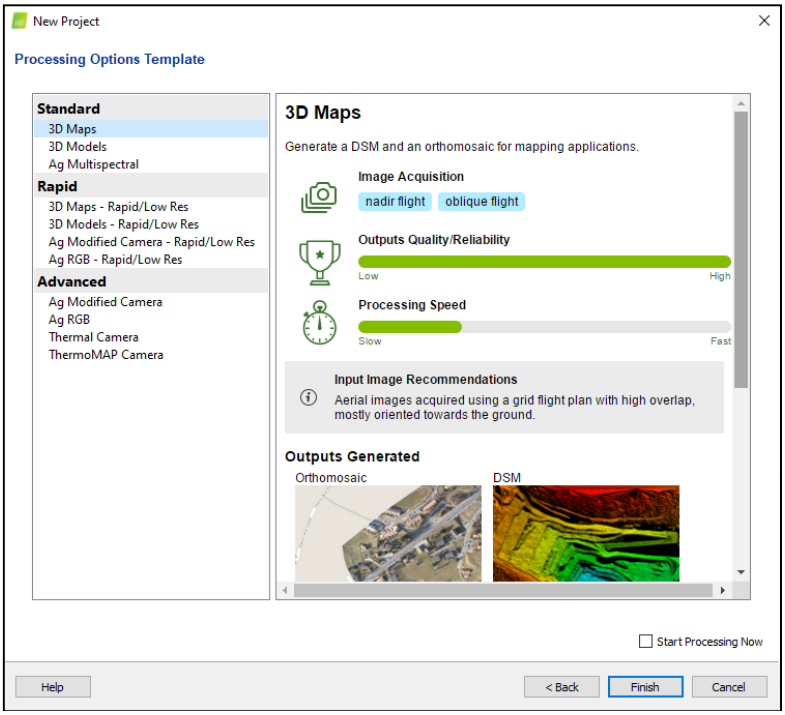
๕.๒.๒.๗ ตรวจสอบและเลือกระบบพิกัดที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่ม **Next** Next >



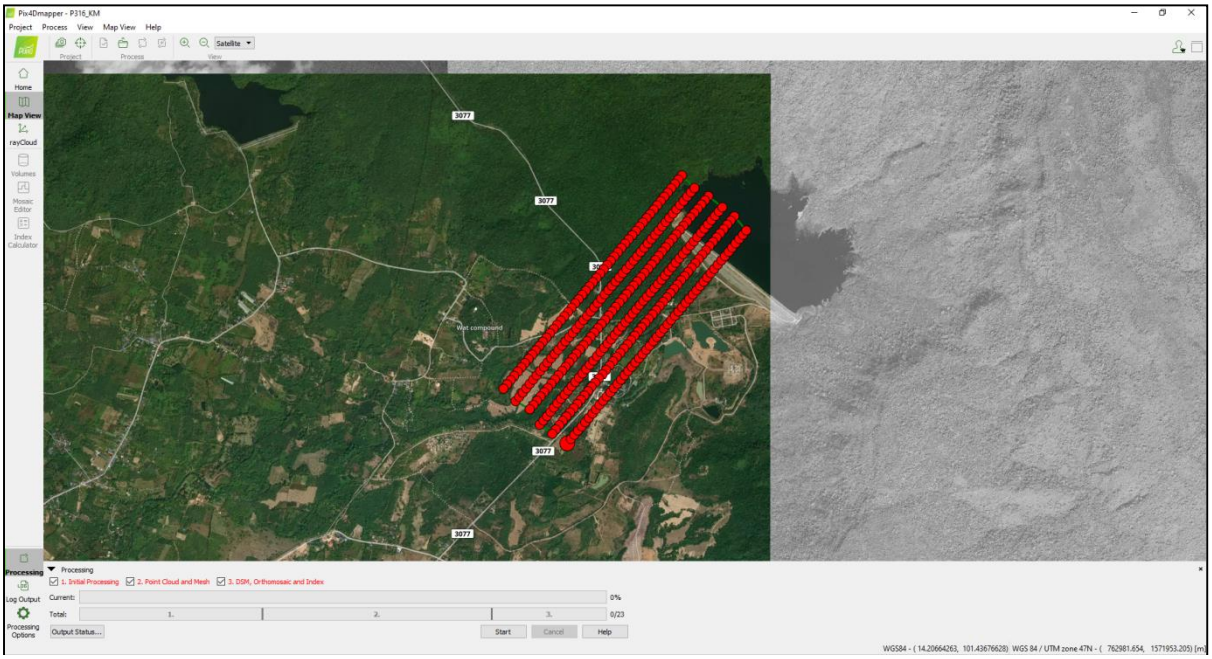
แสดงการตรวจสอบและเลือกระบบพิกัดที่ต้องการของผลลัพธ์

๕.๒.๒.๘ ทำการเลือกผลลัพธ์ (Product output) ที่ต้องการ

ทำการเลือกผลลัพธ์ (Product output) ที่ต้องการสำหรับข้อมูลตัวอย่างให้เลือกไป ที่ 3D Map แล้วทำการคลิกปุ่ม Finish เป็นการสิ้นสุดการกำหนดค่า Project ใหม่ในโปรแกรม



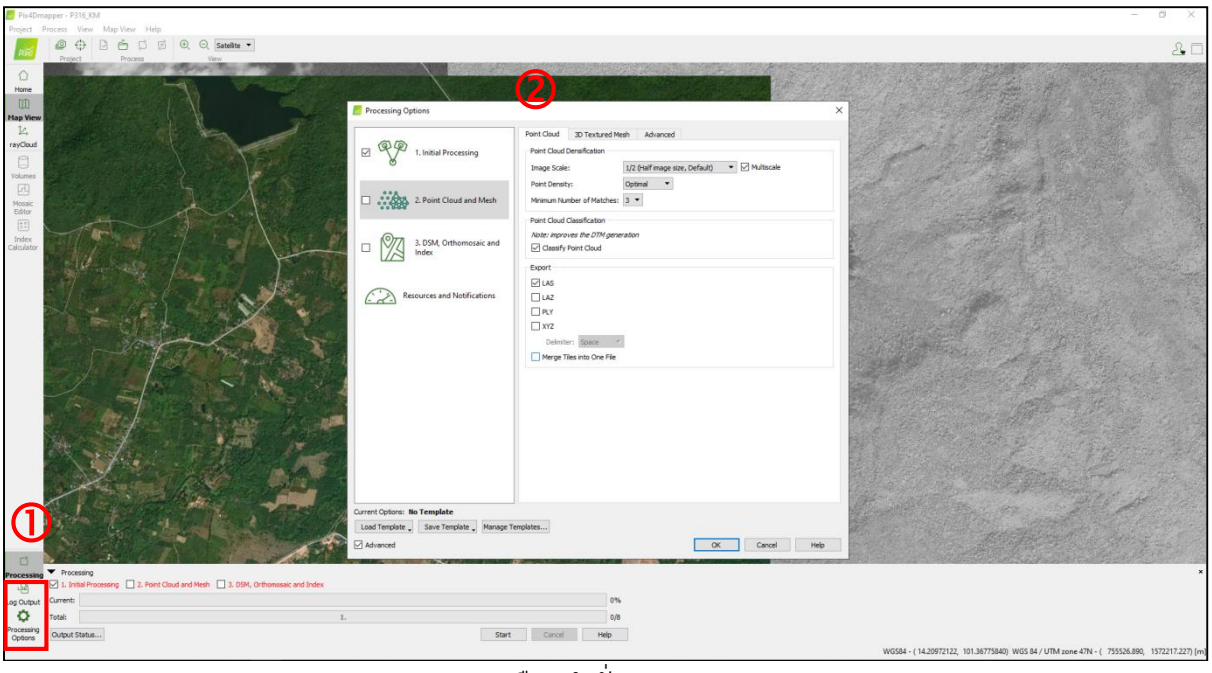
แสดงการเลือกผลลัพธ์ (Product output) แบบ 3D Map



แสดงหน้าจอหลังนำเข้า (Import) ภาพถ่ายและข้อมูลค่าพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation)

๕.๒.๒.๙ การประมวลผล Pix4Dmapper ขั้นตอน Initial Processing (Step 1) มีขั้นตอน ดังนี้

(๑) เลือกคำสั่ง **Processing Options** ตามข้อ ① จากนั้นทำเครื่องหมายถูกที่คำสั่ง **๑.Initial Processing** ตามข้อ ② ทำการตั้งค่าตามที่ผู้ใช้งานต้องการ และคลิกปุ่ม **OK**



แสดงการเลือกคำสั่ง Initial Processing

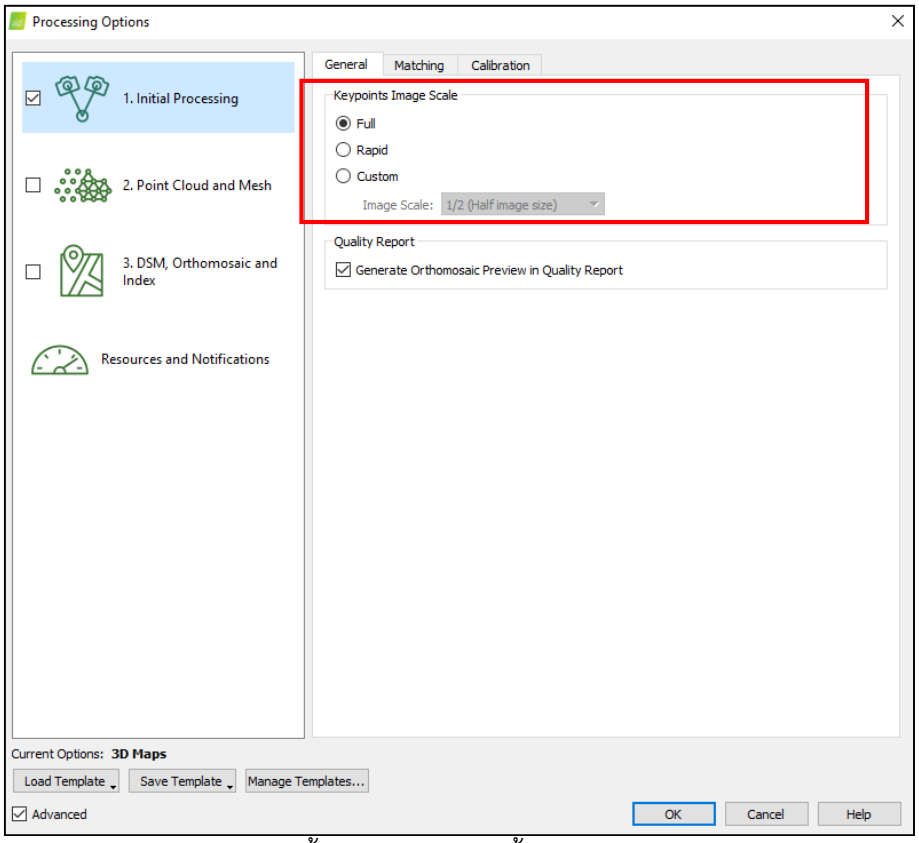
อธิบายการตั้งค่า **General** ในขั้นตอน **Initial Processing** ดังนี้

- Keypoints Image Scale ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ 3 รูปแบบ ได้แก่

  Full : ให้ความถูกต้องสูง อาจใช้เวลาในการประมวลผลมาก

  Rapid : ประมวลผลอย่างรวดเร็ว ความถูกต้องน้อยกว่าแบบแรก

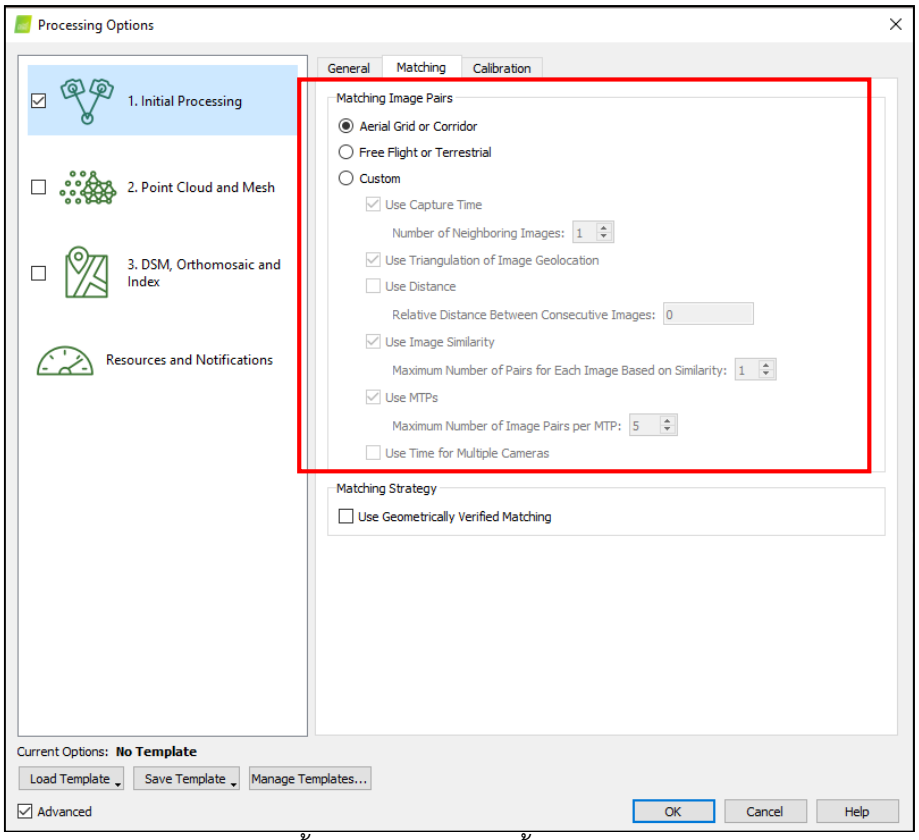
  Custom : ประมวลผลโดยกำหนด Image Scale ความถูกต้องมากน้อยขึ้นอยู่การลดขนาดของ Image Scale



แสดงตัวอย่างการตั้งค่า General ในขั้นตอน Initial Processing

อธิบายการตั้งค่า **Matching** ในขั้นตอน **Initial Processing** ดังนี้

- Matching Image Pairs ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ ๓ รูปแบบ แต่ในกรณีการบินสำรวจเพื่อจัดทำแผนที่เป็นการบินตามแนวบินที่กำหนด และมีการตั้งค่าความสูงบิน ส่วนซ้อนและส่วนเกย
- ทำให้ต้องเลือกแบบ Aerial Grid and Corridor



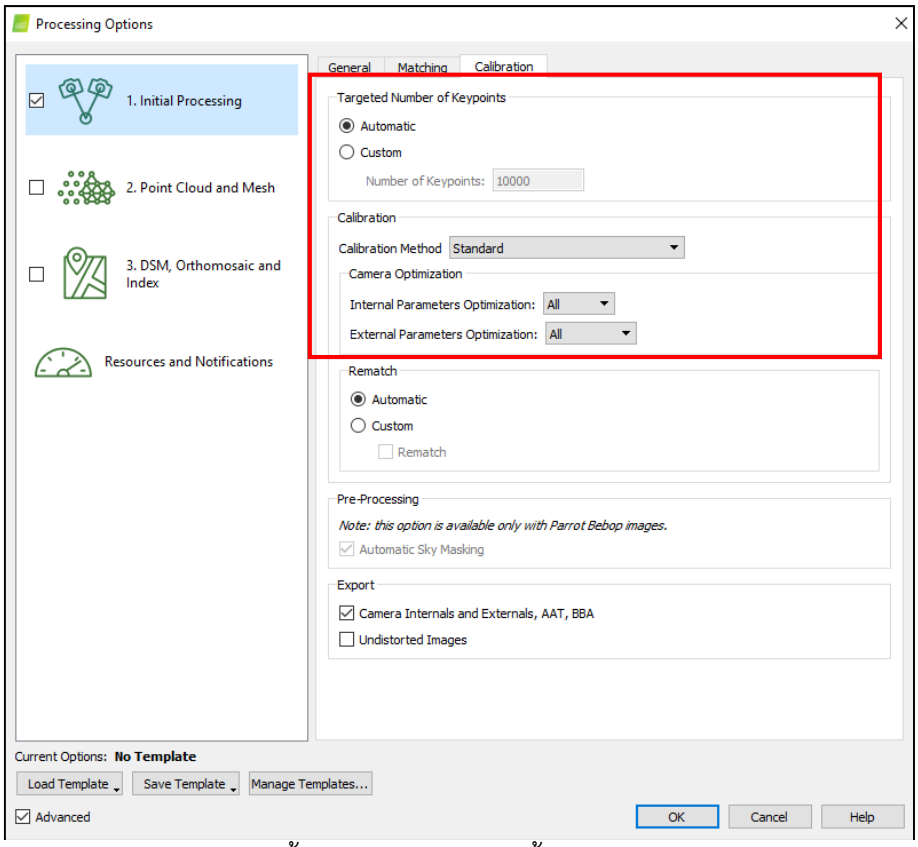
แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Matching ในขั้นตอน Initial Processing

อธิบายการตั้งค่า **Calibration** ในขั้นตอน **Initial Processing** ดังนี้

- Targeted Number of Keypoints คือ การกำหนด Keypoints สำหรับสร้างจุดโยงยึด (Tie Point) และพอยท์คลาวด์ (Point Cloud)
- Calibration คือ การกำหนดค่า Camera internal และ External parameter ให้เหมาะสม ประกอบด้วย

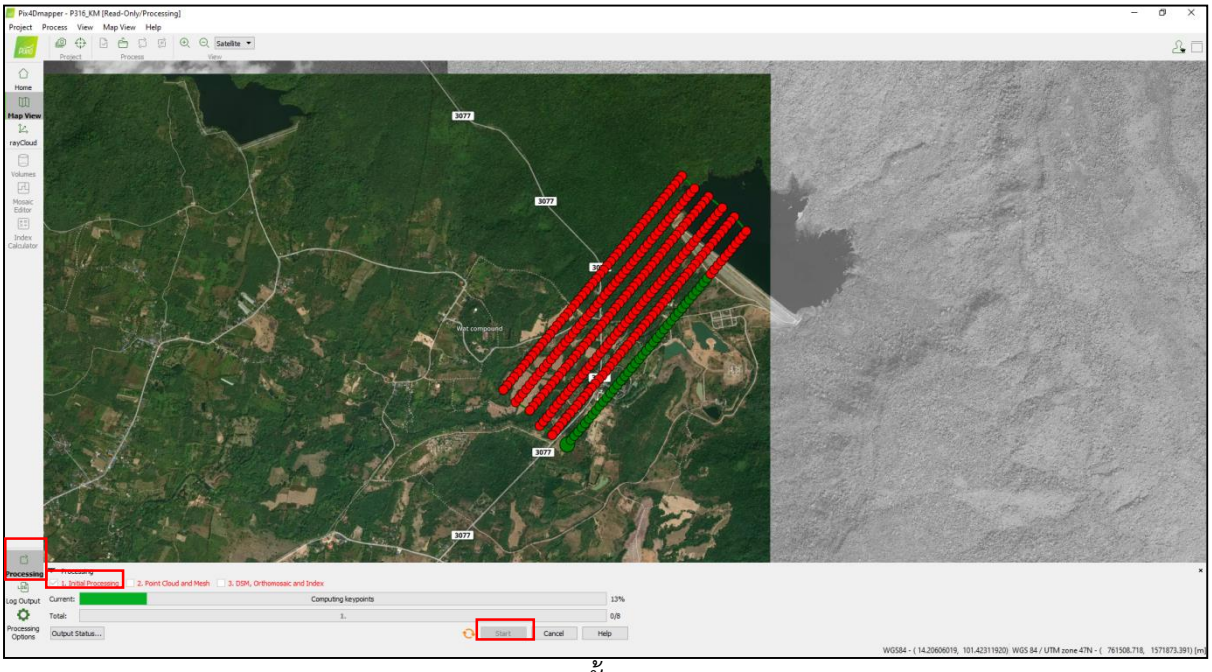
Calibration Method ได้แก่ Standard (Default), Alternative (สำหรับภาพที่มีรายละเอียดภาพต่ำ เช่น พื้นราบ), Accurate Geolocation and Orientation (สำหรับภาพที่มีรายละเอียดภาพและความถูกต้องสูง)

Camera Optimization ได้แก่ Internal Parameters (ขึ้นอยู่กับคุณภาพของกล้องที่ใช้ ปกติเลือก All (default)), External Parameters (ปกติเลือก All (default))

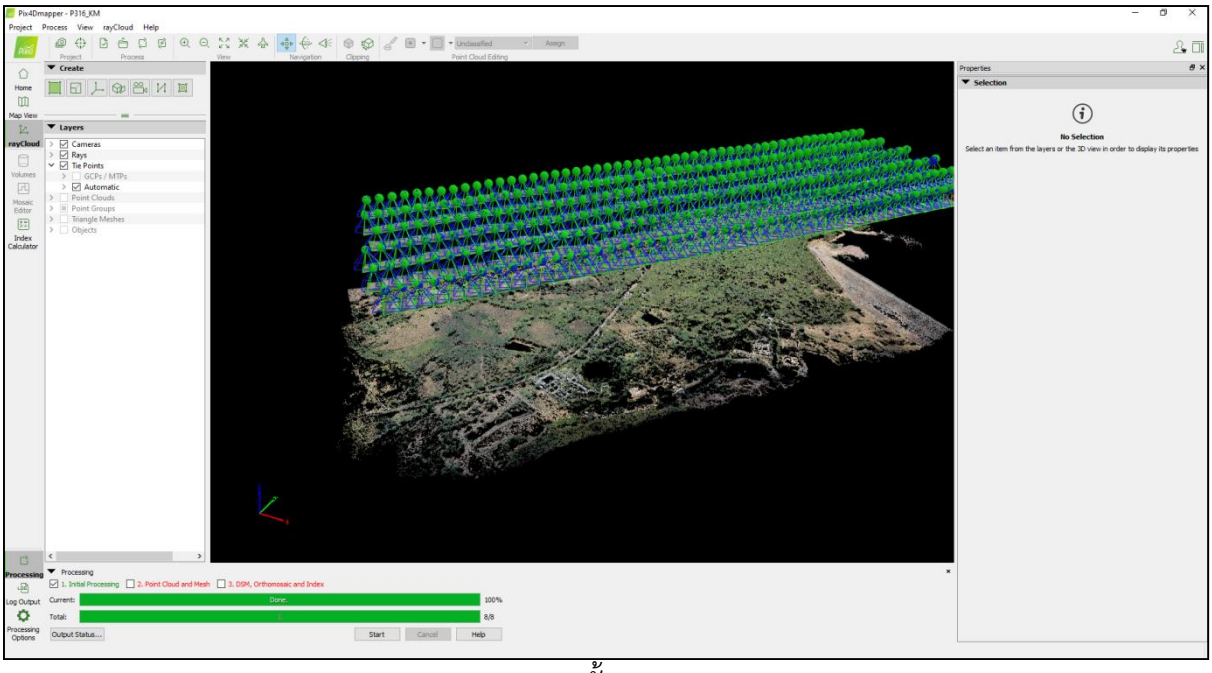


แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Calibration ในขั้นตอน Initial Processing

(๒) หลังจากตั้งค่าแล้วเสร็จ สั่งให้โปรแกรมเริ่มการประมวลผลในขั้นตอน Initial Processing (Step ๑) โดยให้เลือกเฉพาะ ๑.Initial Processing ในด้านซ้ายล่างของหน้าจอ และทำการยกเลิกการประมวลผล ๒.Point Cloud and Mesh และ $.DSM Orthomosaic and Index ดังรูป เมื่อเลือกแล้วกให้คลิกปุ่ม **Start** Start ด้านล่าง



แสดงการประมวลผลขั้นตอน Initial Processing



แสดงผลการประมวลผลขั้นตอน Initial Processing

(๓) หลังการประมวลผลขั้นตอน Initial Processing แล้วเสร็จ หน้าจอจะปรากฏรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงผลการประมวลผลภาพถ่าย ให้ทำการปิดหน้าต่างไป เพื่อทำการโยงยึดค่าพิกัดตำแหน่งด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP)

Quality Report

Generated with PixelDmapper version 4.4.12

Important: Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click here for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	P316_KM
Processed	2020-04-23 11:51:59
Camera Model Name(s)	DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	5.96 cm / 2.35 in
Area Covered	2.513 km^2 / 251.3388 ha / 0.97 sq. mi. / 621.3930 acres
Time for Initial Processing (without report)	42m:23s

Quality Check

Images	median of 48650 keypoints per image	✓
Dataset	304 out of 308 images calibrated (98%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.46% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 21611.7 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, no 3D GCP	⚠

Preview

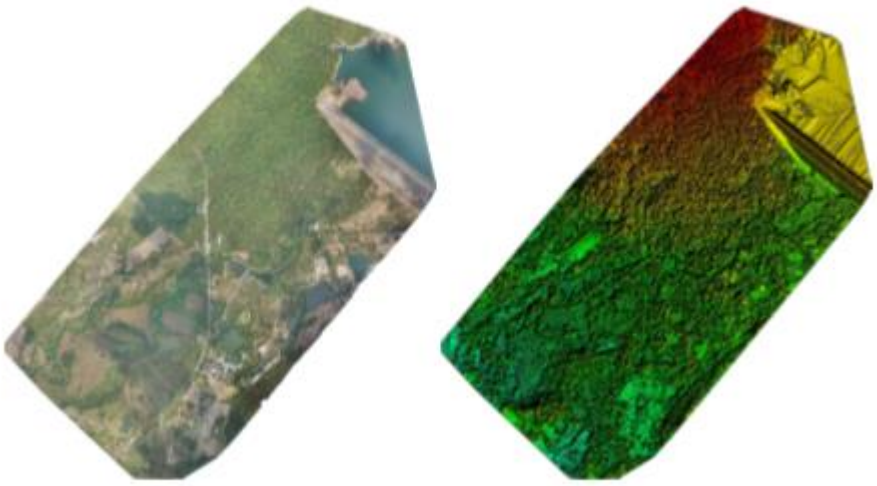


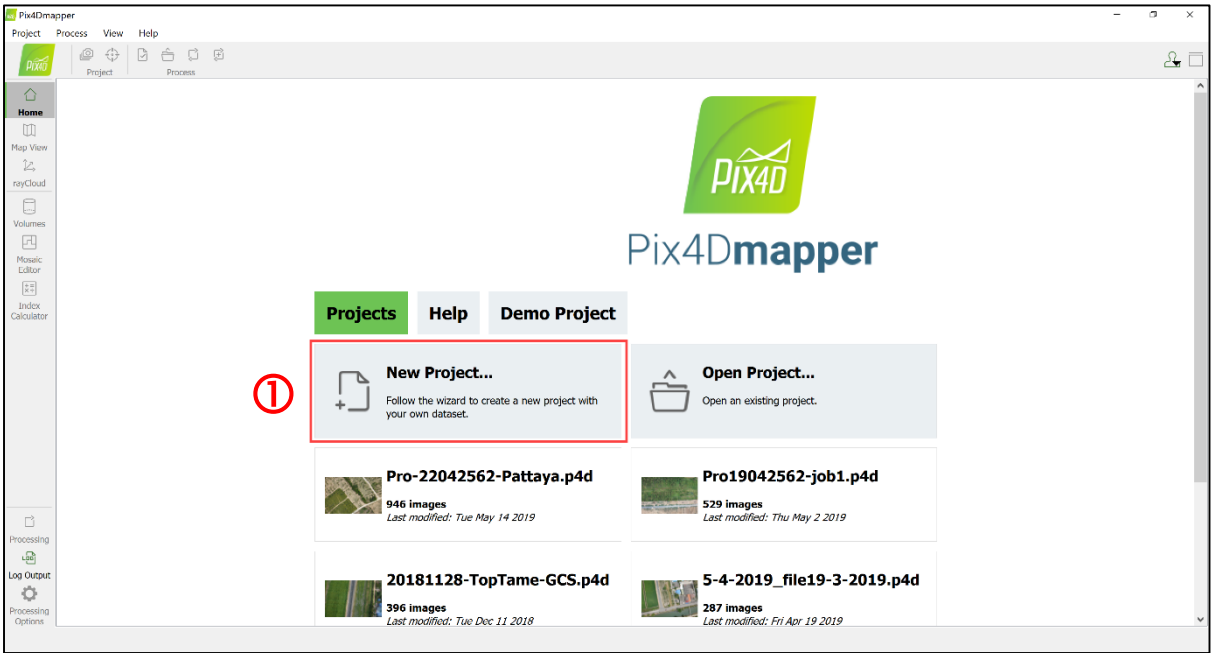
Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

แสดงรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) ในขั้นตอน Initial Processing

๕.๒.๒.๑๐ ในกรณีแผนการบินมีจำนวนหลายบล็อก

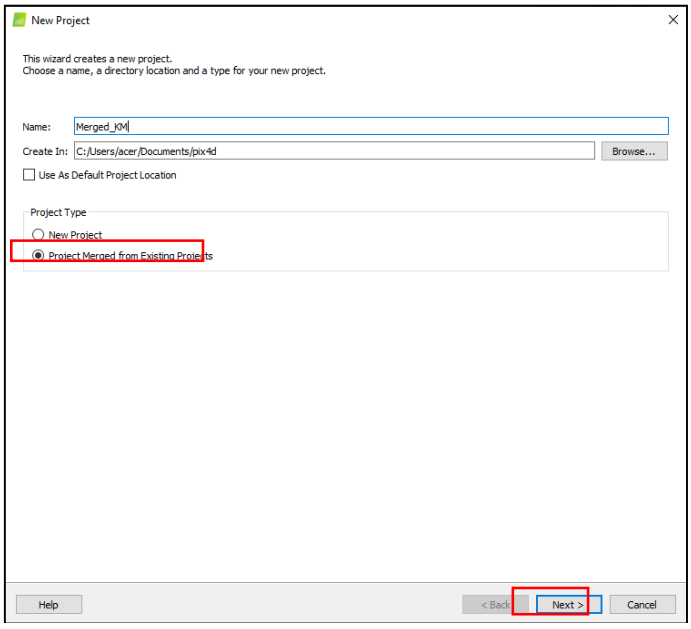
ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลและประมวลผลในขั้นตอน Initial Processing แยกแต่ละบล็อก และนำ Project แต่ละบล็อกมาประมวลผลเพื่อรวมพื้นที่ในการบินสำรวจทั้งหมดได้ดังนี้

(๑) สร้าง Project และเลือก New Project ตามข้อ ①



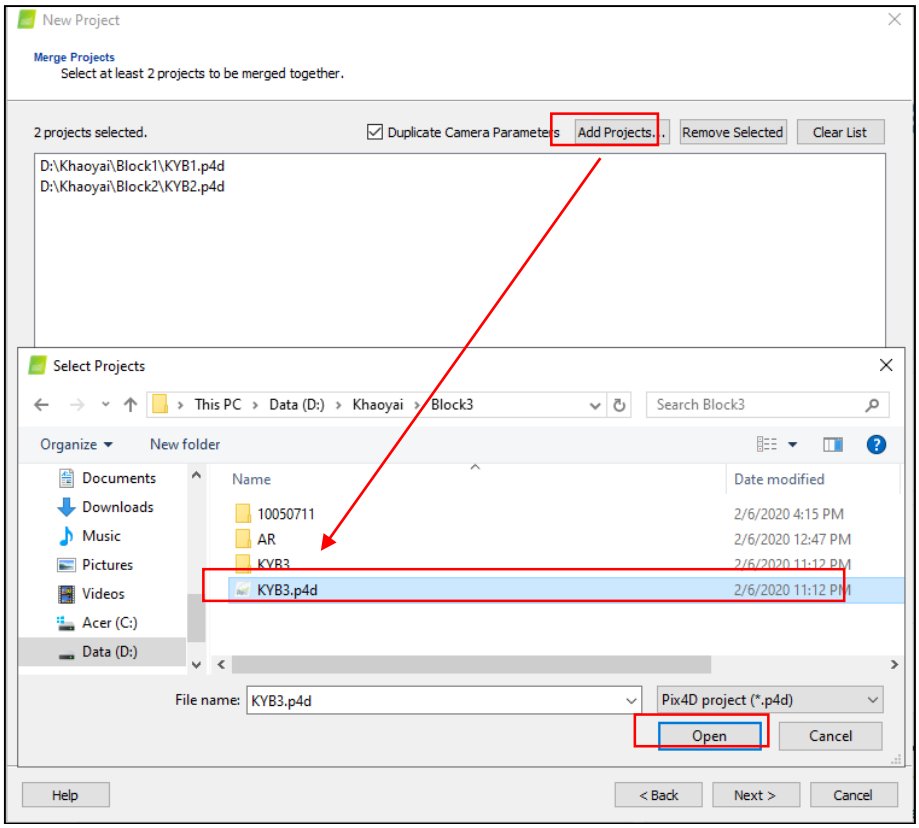
แสดงการสร้าง Project

(๒) ตั้งชื่อ Project ในช่อง Name: และเลือก Folder ที่บันทึก Project ในช่อง Create In: โดยคลิกปุ่ม **Browse...** Browse... หา Folder ที่ต้องการ เลือก Project Type เป็น Project Merged from Existing Projects จากนั้นคลิกปุ่ม **Next>** Next >

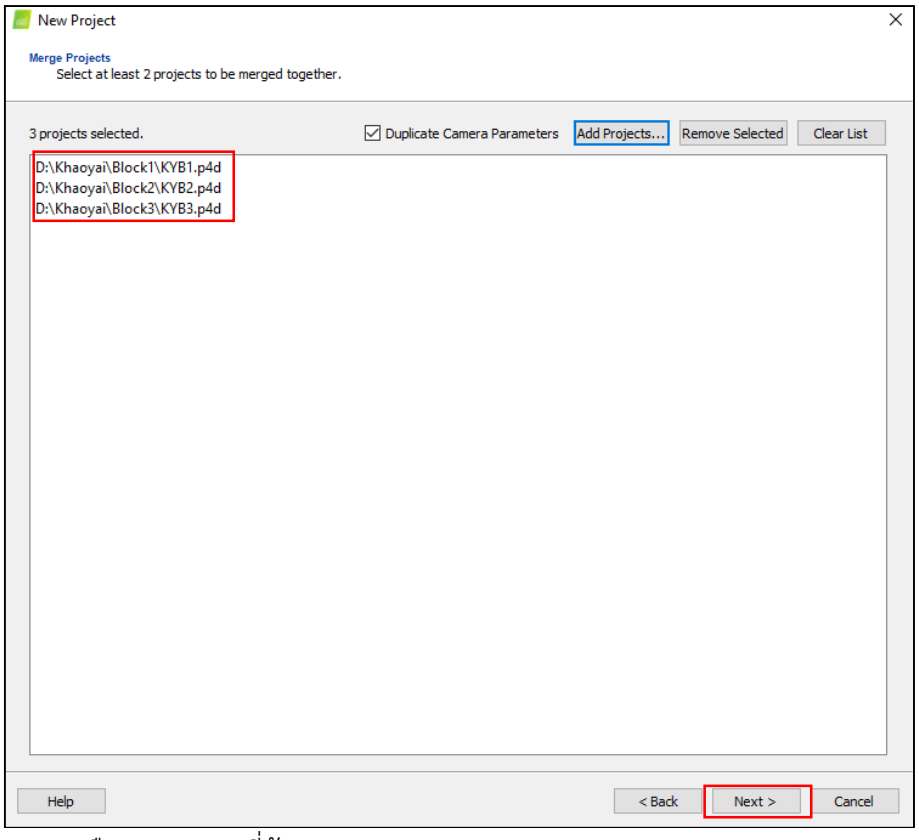


แสดงการรวม Project (Project Merged from Existing Projects)

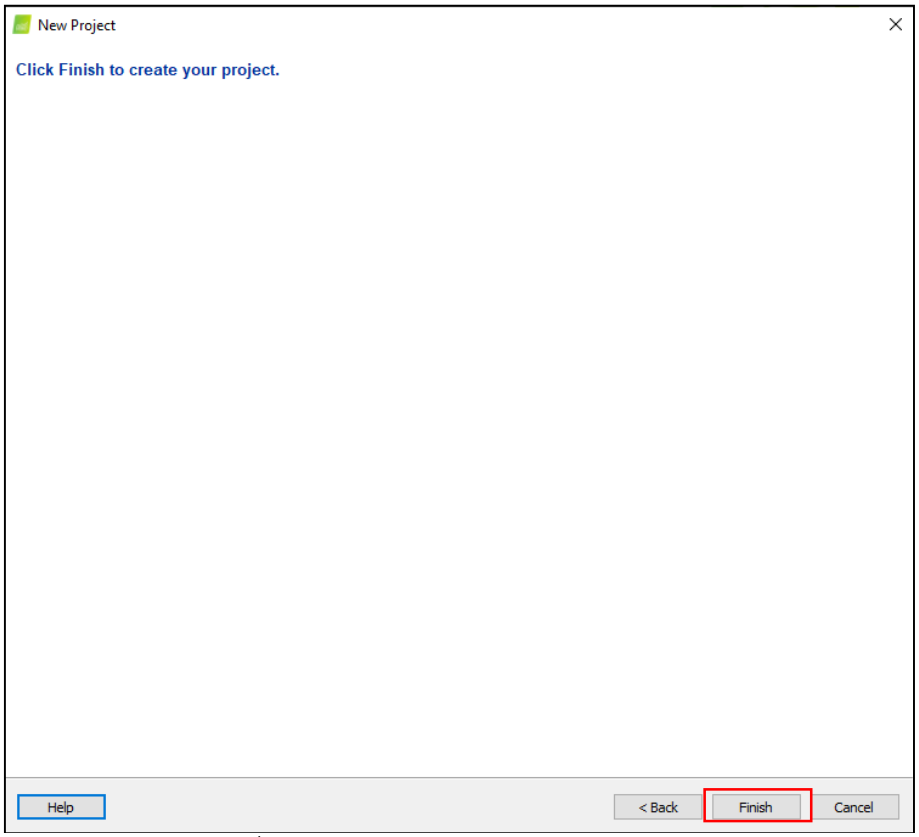
(๓) คลิกปุ่ม Add Projects... เลือก Project ที่ต้องการรวม (Project Merged from Existing Projects) โดยคลิกปุ่ม **OK** OK เมื่อครบตามที่ต้องการแล้ว จากนั้นคลิกปุ่ม **Next>** Next > และคลิกปุ่ม **Finish** ตามลำดับ



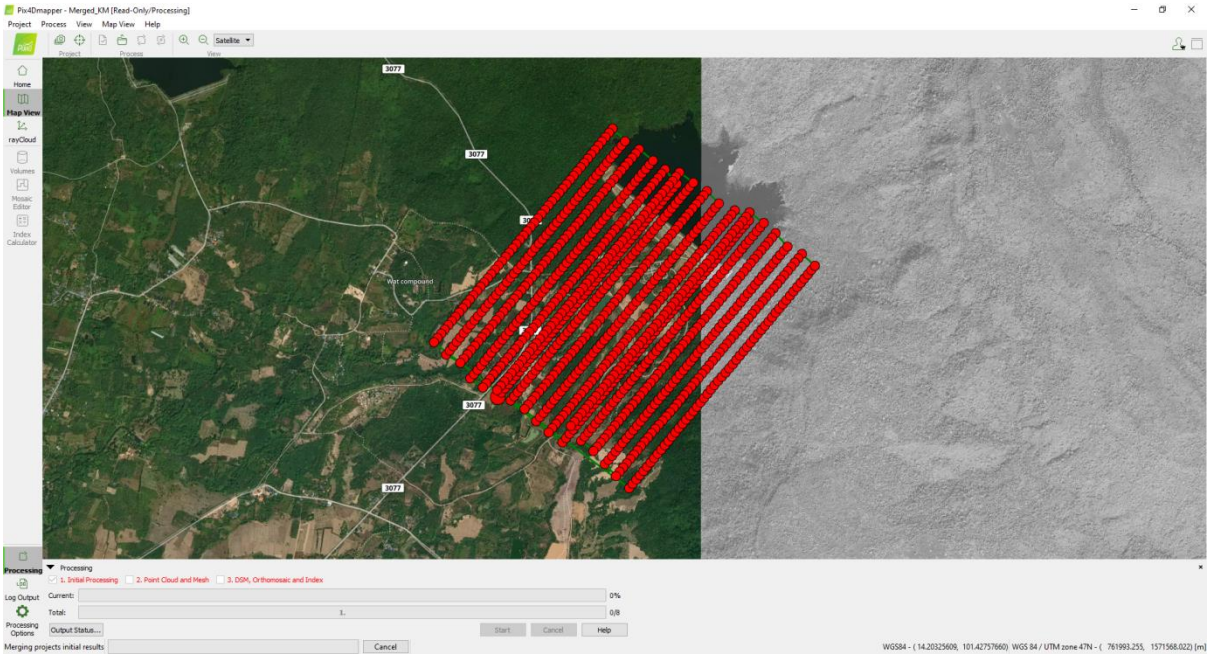
แสดงการเลือก Project ที่ต้องการรวม (Project Merged from Existing Projects) (๑)



แสดงการเลือก Project ที่ต้องการรวม (Project Merged from Existing Projects) (๒)

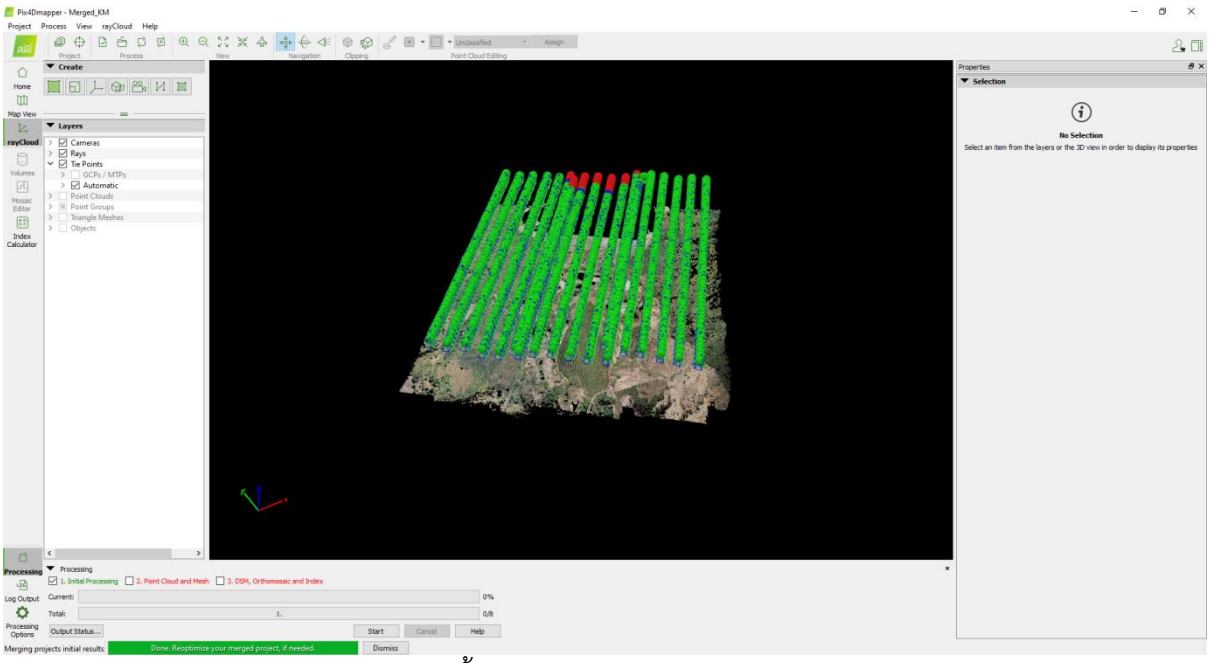


แสดงการเลือก Project ที่ต้องการรวม (Project Merged from Existing Projects) (๓)

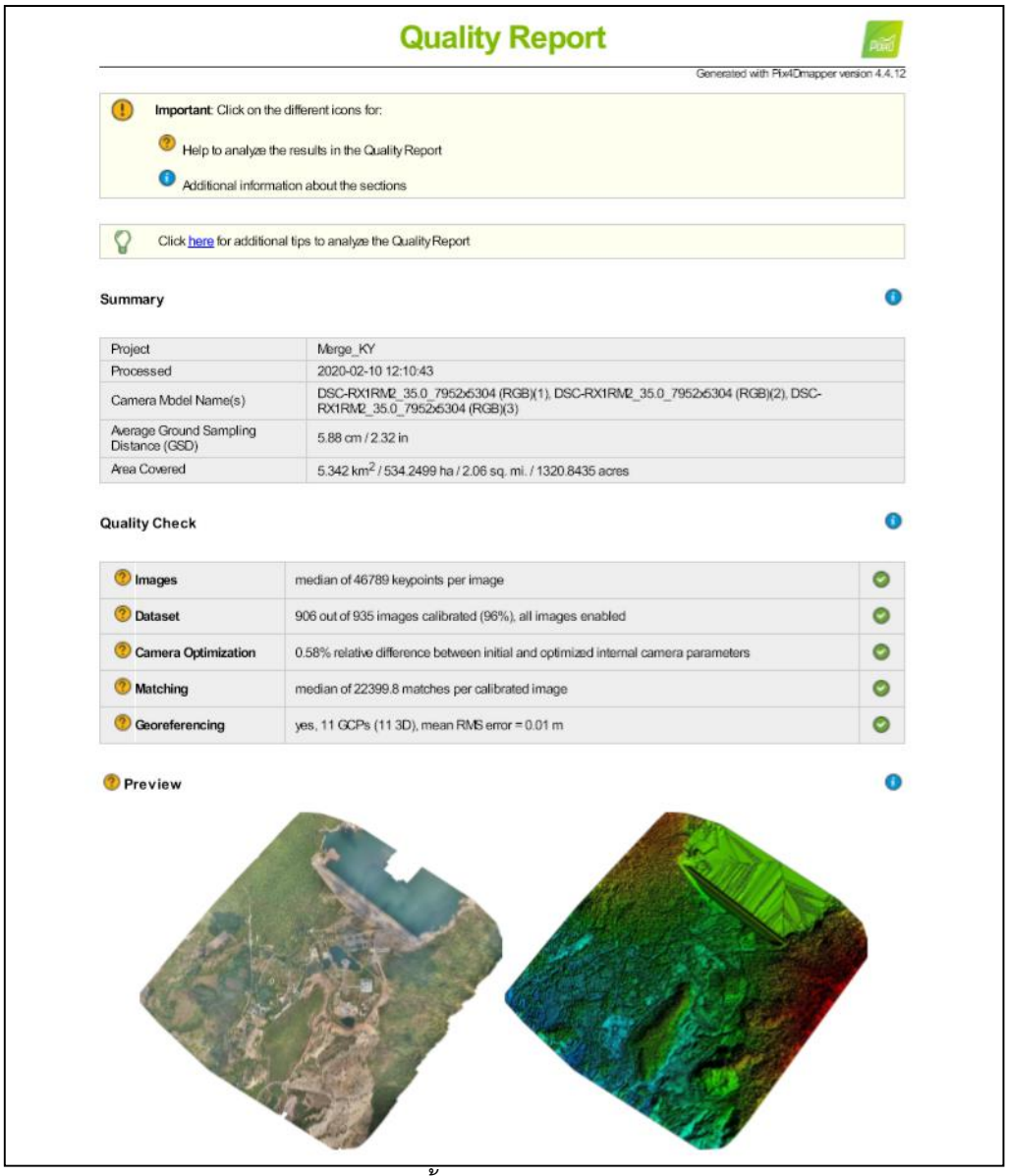


แสดงการเลือก Project ที่ต้องการรวม (Project Merged from Existing Projects) (๔)

(๔) จากนั้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลในขั้นตอน Initial Processing ให้โดยอัตโนมัติ หลังการประมวลผลแล้วเสร็จ หน้าจอจะปรากฏรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงผลการประมวลผลภาพถ่าย ให้ทำการปิดหน้าต่างไป เพื่อทำการโยงยึดค่าพิกัดตำแหน่งด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP)



แสดงประมวลผลในขั้นตอน Initial Processing ของการรวม Project



Quality Report

Generated with Pix4Dmapper version 4.4.12

Important: Click on the different icons for:

Help to analyze the results in the Quality Report

Additional information about the sections

Click here for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	Merge_KY
Processed	2020-02-10 12:10:43
Camera Model Name(s)	DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)(1), DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)(2), DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)(3)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	5.88 cm / 2.32 in
Area Covered	5.342 km^2 / 534.2499 ha / 2.06 sq. mi. / 1320.8435 acres

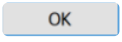
Quality Check

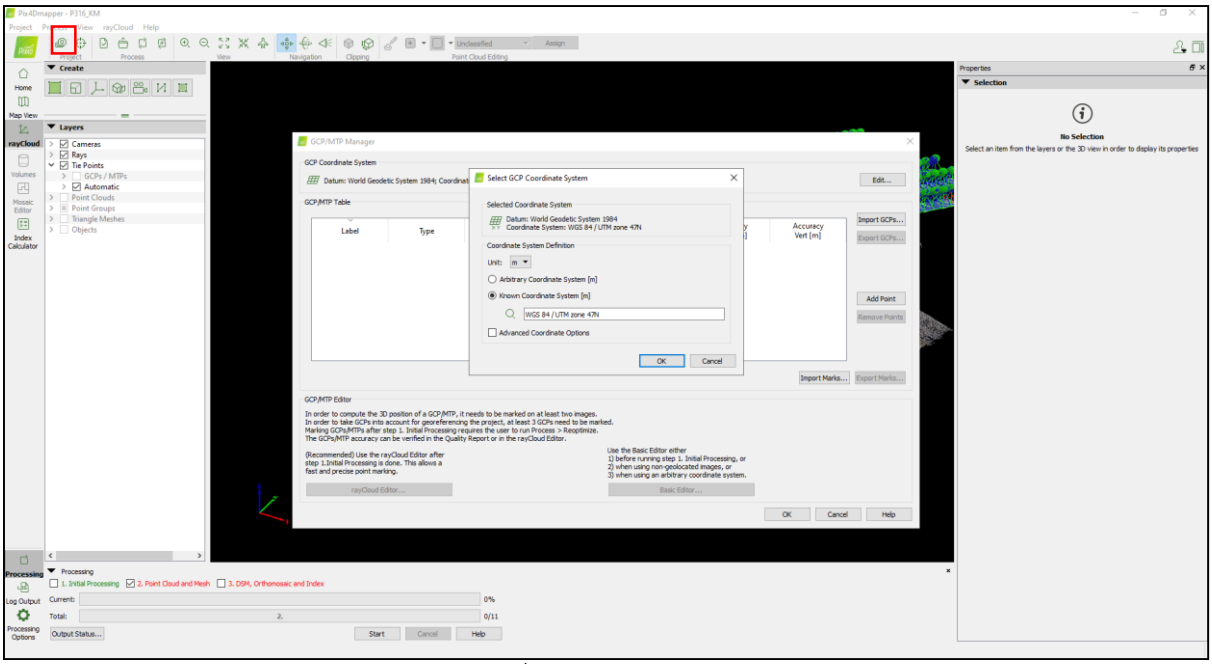
Images	median of 46789 keypoints per image	✓
Dataset	906 out of 935 images calibrated (96%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.58% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 22399.8 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 11 GCPs (11 3D), mean RMS error = 0.01 m	✓

Preview

แสดงรายงานผลการประมวลผลในขั้นตอน Initial Processing ของการรวม Project

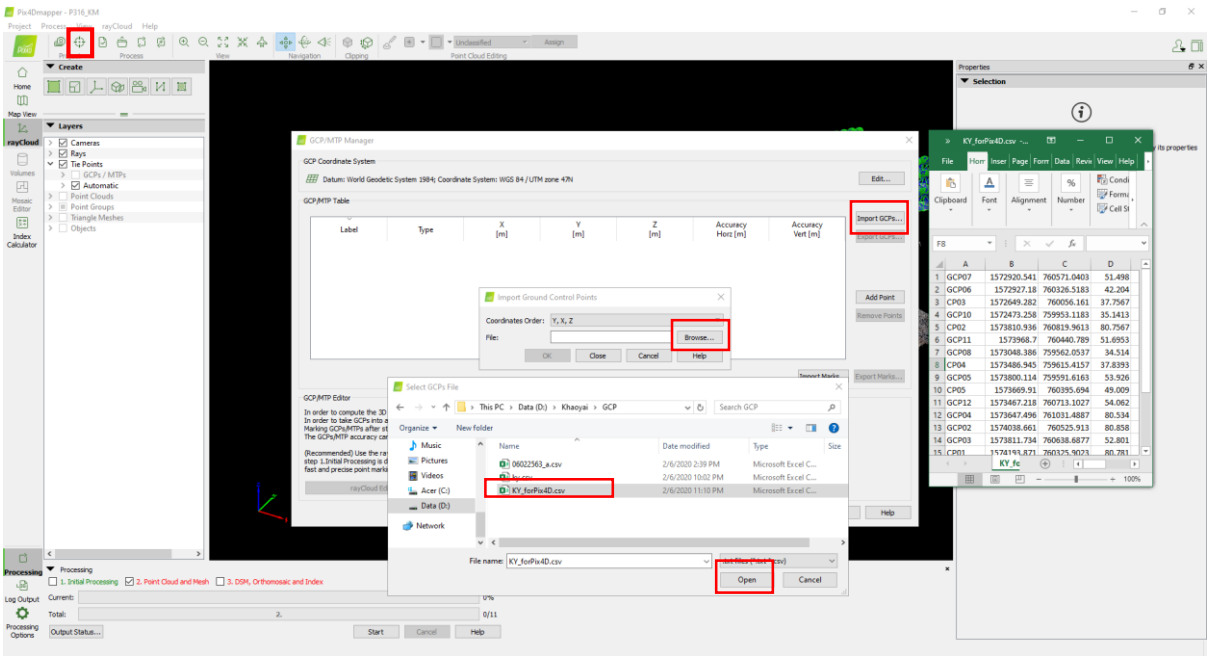
๕.๒.๒.๑๑ การโยงยึดค่าพิกัดตำแหน่งด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) โดยเครื่องมือ GCP Manager มีขั้นตอนดังนี้

(๑) นำเข้าข้อมูลจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) โดยเลือกไปที่เมนู **Project** --> **GCP/MTP Manager...** เพื่อเปิดหน้าต่างที่ใช้สำหรับนำเข้าข้อมูล ทำการกำหนดค่าพิกัดของจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) ที่จะนำมาใช้ โดยการคลิกปุ่ม **Edit** โปรแกรมจะกำหนดค่าตั้งต้นให้เป็นระบบพิกัดที่กำหนดไว้ หากจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) ที่นำเข้าไม่ได้ใช้ระบบพิกัดเดียวกันให้ทำการเปลี่ยนให้ถูกต้อง เมื่อกำหนดเสร็จทำการคลิกปุ่ม **OK** 

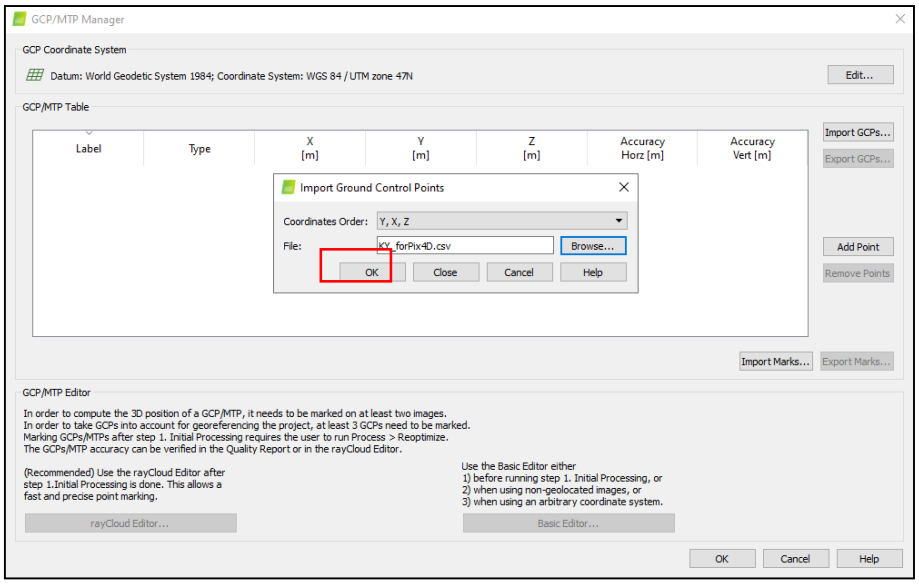


แสดงคำสั่ง GCP/MTP Manager

(๒) ทำการนำเข้าจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) โดยคลิกปุ่ม **Import GCP...** Import GCPs... เลือก Coordinate Order: สำหรับข้อมูลตัวอย่างให้ใช้ X, Y, Z แล้วทำการคลิกปุ่ม **Browse...** Browse... หา Folder ที่จัดเก็บข้อมูลจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) แล้วคลิกปุ่ม **OK** OK เพื่อนำเข้าข้อมูลดังกล่าว

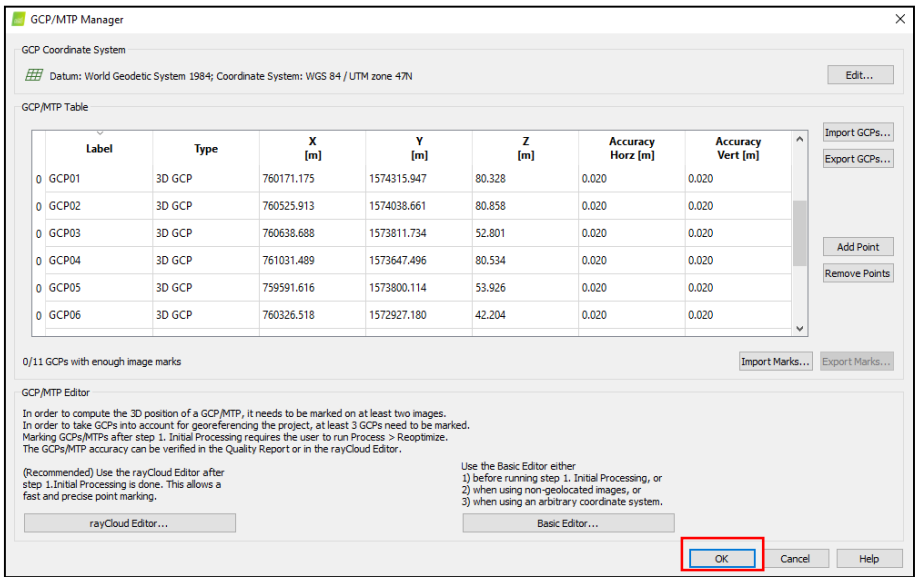


แสดงการนำเข้าจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) (๑)



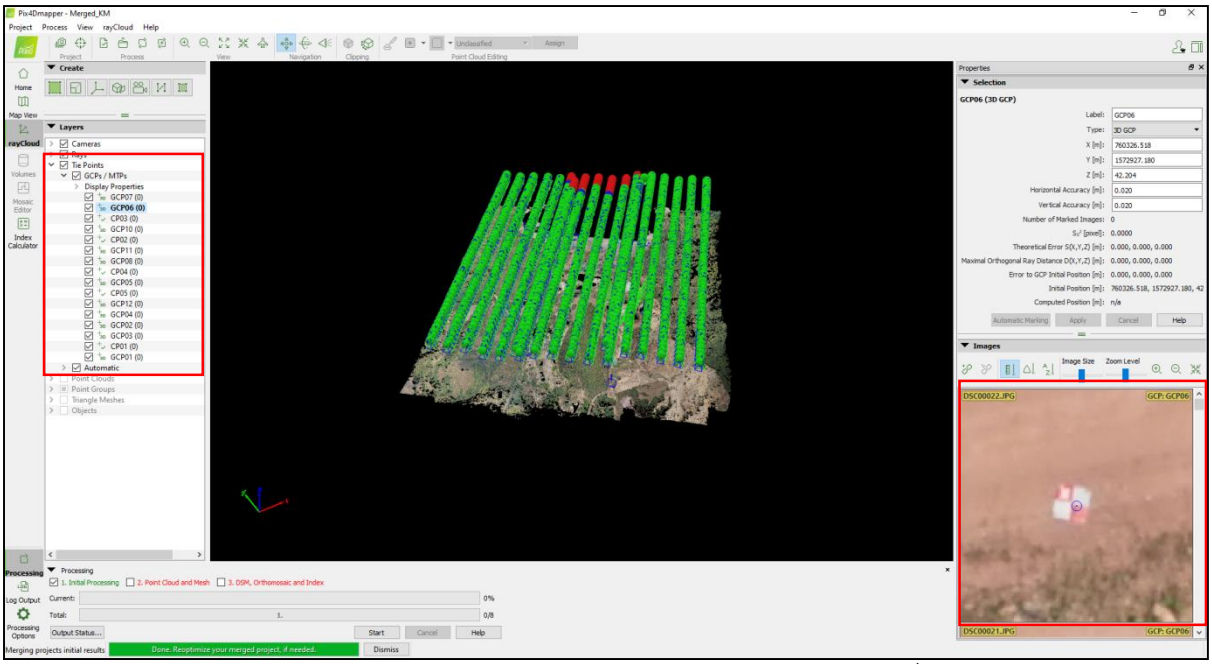
แสดงการนำเข้าจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) (๒)

(๓) เมื่อนำเข้าแล้วเสร็จ ตรวจสอบค่าพิกัดที่นำเข้าว่าถูกต้องหรือไม่ หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม OK เป็นการเสร็จสิ้นการนำเข้าข้อมูลจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP)



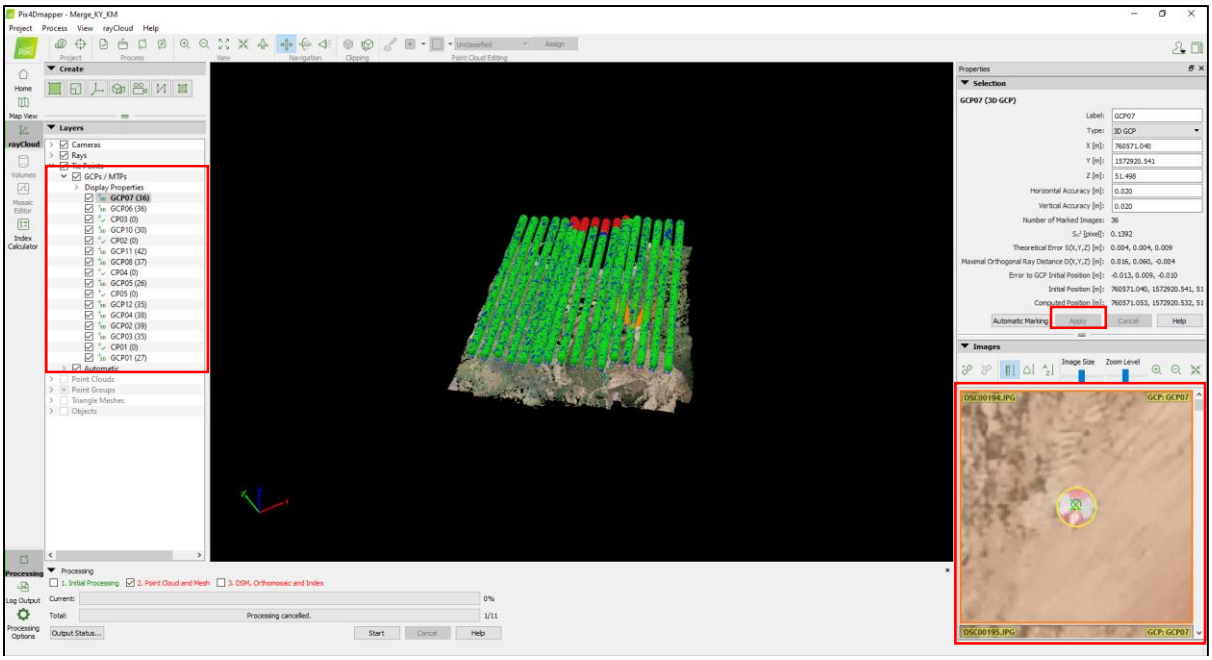
แสดงการนำเข้าจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) (๓)

(๔) เมื่อทำการประมวลผลในขั้นตอน Initial Processing เสร็จสิ้น โปรแกรมจะแสดงผล Automatic Tie Points ในรูปแบบสามมิติในหน้าต่างหลักของตัวโปรแกรม ในเมนูด้านขวามือจะสามารถเลือกแสดงเปิด/ปิดข้อมูลต่างๆ ได้ โดยทำการเลือกไปที่เครื่องหมาย หน้าข้อมูล GCPs/MPTs เพื่อแสดงรายละเอียดในข้อมูล และภายใต้ GCPs/MPTs จะมีรายชื่อจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) ที่ได้ทำการนำเข้าในขั้นตอนที่ผ่านมา ให้ทำการเลือกไปที่จุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) แต่ละจุด โปรแกรมจะโหลดภาพถ่ายที่ใช้ในการโยงยึดค่าพิกัดตำแหน่งขึ้นมาด้านขวาของหน้าต่างหลัก ดังรูป



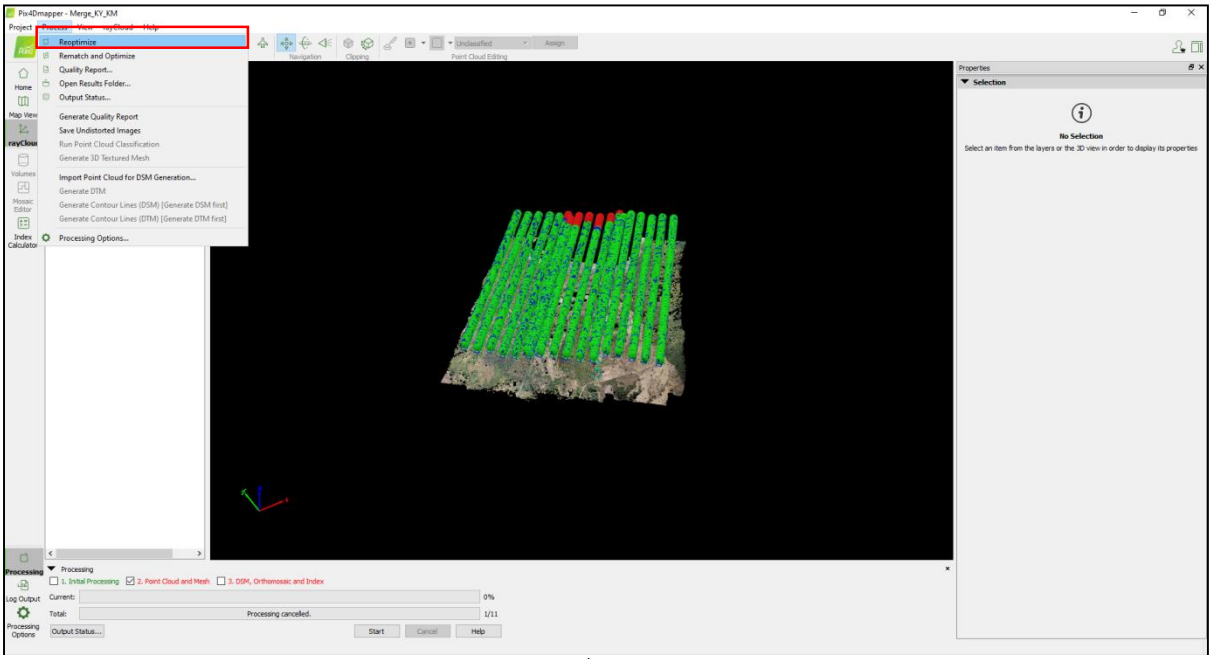
แสดงจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) ที่นำเข้า

(๕) ทำการโยงยึดค่าพิกัดให้ตรงกับข้อมูลหมายเลขของจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) ทำได้โดยคลิกซ้ายในจุดที่ต้องการโยงยึดค่าพิกัดในแต่ละภาพ เมื่อคลิกแล้วจะมีวงกลมสีเหลืองเพื่อแสดงว่าได้ทำโยงยึดค่าพิกัดแล้ว จากนั้นทำการโยงยึดค่าพิกัดจนครบทุกภาพ แล้วคลิกปุ่ม **Apply** เพื่อทำการบันทึกการโยงยึด และเลือกจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) จุดต่อไป ทำการโยงยึดค่าพิกัดจนครบทุกจุด

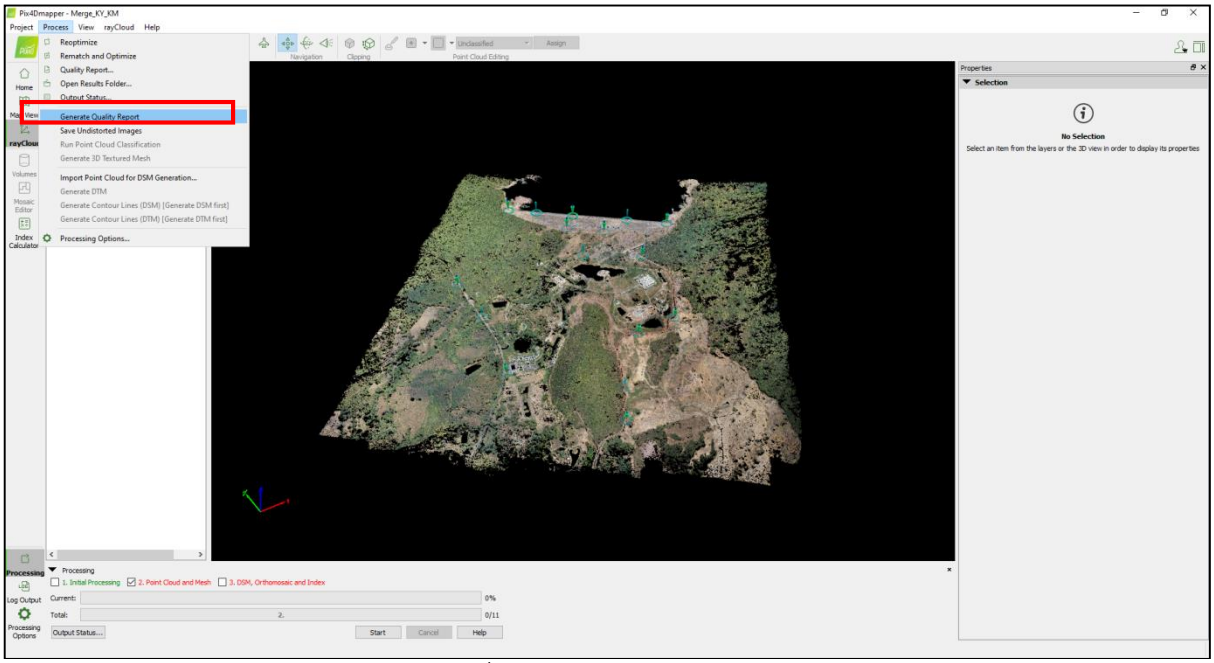


แสดงการโยงยึดค่าพิกัดด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP)

(๖) เมื่อทำการโยงยึดค่าพิกัดเสร็จสิ้น ให้ทำการคำนวณปรับแก้ข้อมูลจุดโยงยึด (Tie Point) ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยเลือกเมนู **Process** --> **Reoptimize** เมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลเสร็จสิ้น (สังเกตที่แถบด้านล่างซ้ายมือของหน้าต่างหลัก) ให้ทำการสร้างรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) ขึ้นมาใหม่เพื่อทำการตรวจสอบผลการคำนวณ โดยเลือกเมนู **Process** --> **Generate Quality Report**



แสดงคำสั่ง Reoptimize



แสดงคำสั่ง Generate Quality Report

Quality Report

Generated with Pix4Dmapper version 4.4.12

Important: Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click here for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	Merge_KY
Processed	2020-02-10 12:10:43
Camera Model Name(s)	DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)(1), DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)(2), DSC-RX1RM2_35.0_7952x5304 (RGB)(3)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	5.88 cm / 2.32 in
Area Covered	5.342 km^2 / 534.2499 ha / 2.06 sq. mi. / 1320.8435 acres

Quality Check

Images	median of 46789 keypoints per image	✓
Dataset	906 out of 935 images calibrated (96%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.58% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 22399.8 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 11 GCPs (11 3D), mean RMS error = 0.01 m	✓

Preview

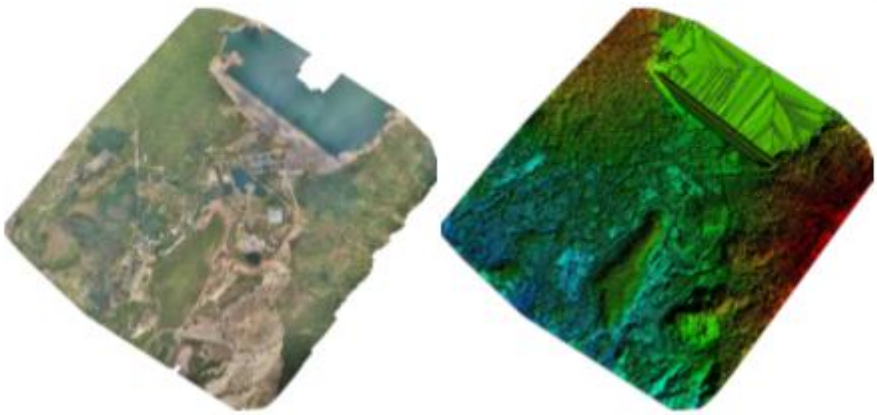
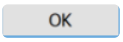
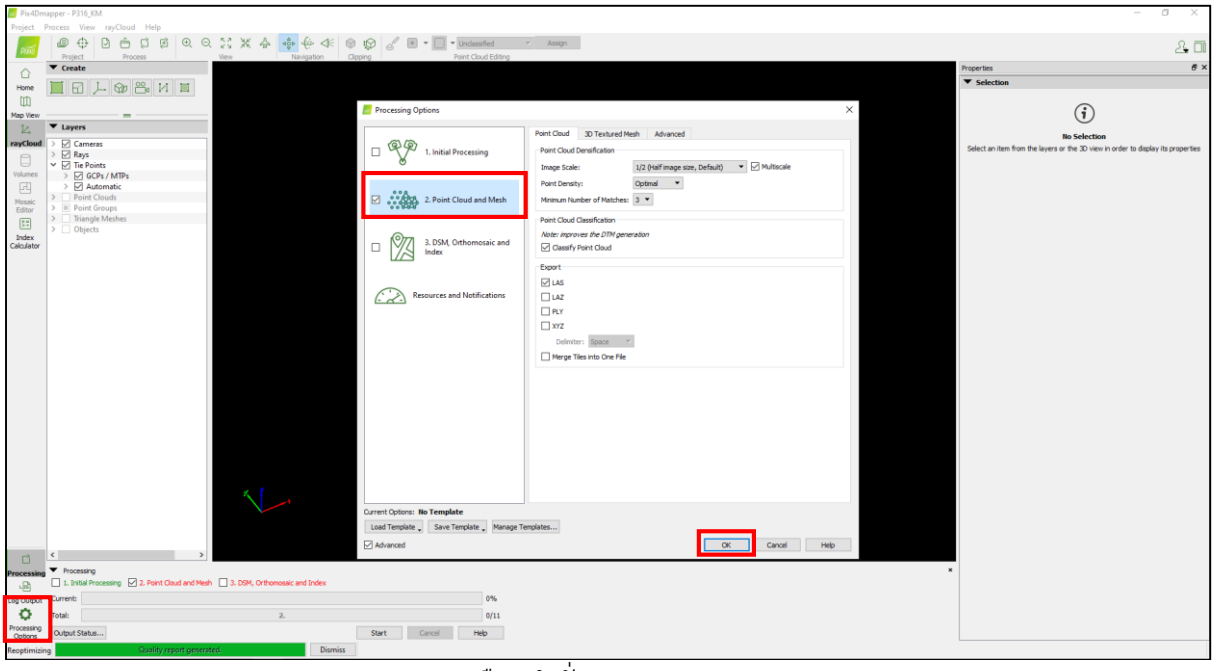


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

แสดงรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) หลังโยงยึดค่าพิกัด
ด้วยจุดควบคุมภาพถ่าย (Ground Control Point, GCP) โดยเครื่องมือ GCP Manager

๕.๒.๒.๑๒ การประมวลผล Pix4Dmapper ขั้นตอน Point Cloud and Mesh (Step ๑) มีขั้นตอนดังนี้

(๑) เมื่อตรวจสอบรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการประมวลผลข้อมูลพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) และสร้างข้อมูลพื้นผิวแบบเวกเตอร์ (Mesh Model) เลือกคำสั่ง **Processing Options** ตามข้อ ① จากนั้นทำเครื่องหมายถูกที่คำสั่ง Point Cloud and Mesh ตามข้อ ② ทำการตั้งค่าตามที่ผู้ใช้งานต้องการ และคลิกปุ่ม OK 



แสดงการเลือกคำสั่ง Point Cloud and Mesh

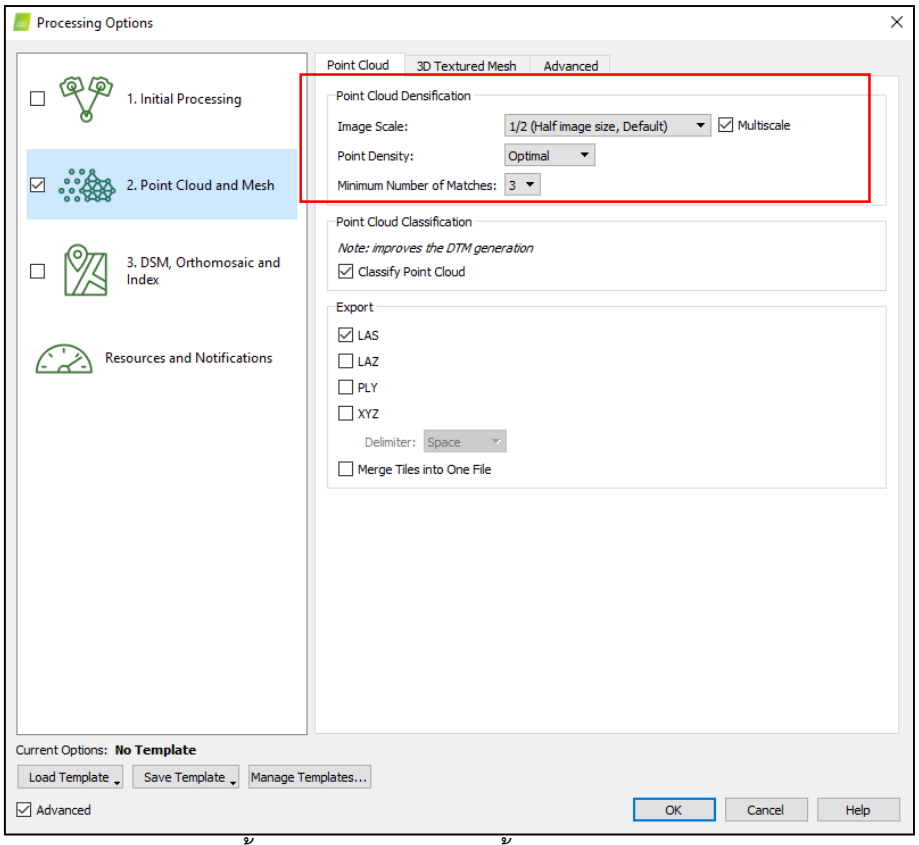
อธิบายการตั้งค่า **Point Cloud** ในขั้นตอน **Point Cloud and Mesh** ดังนี้

- Point Cloud Densification ได้แก่

Image Scale (1/2 (default) คือ การคำนวณหา Point Cloud ในทุกๆ สเกลของขนาดภาพที่ปรับลดมาครึ่งหนึ่ง

Point Density คือ ความหนาแน่นจุด ตัวอย่างกำหนด Optimal (default) คือ ให้สร้าง Point Cloud ทุกๆ 4/image scale (pixel)

Minimum Number of Matches คือ จำนวนภาพต่อการคำนวณหาจุด Point Cloud ตัวอย่างกำหนด 3 (default) คือค่าพื้นฐานที่ให้ความถูกต้องสูง



แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Point Cloud ในขั้นตอน Point Cloud and Mesh

อธิบายการตั้งค่า **3D Textured Mesh** ในขั้นตอน **Point Cloud and Mesh** ดังนี้

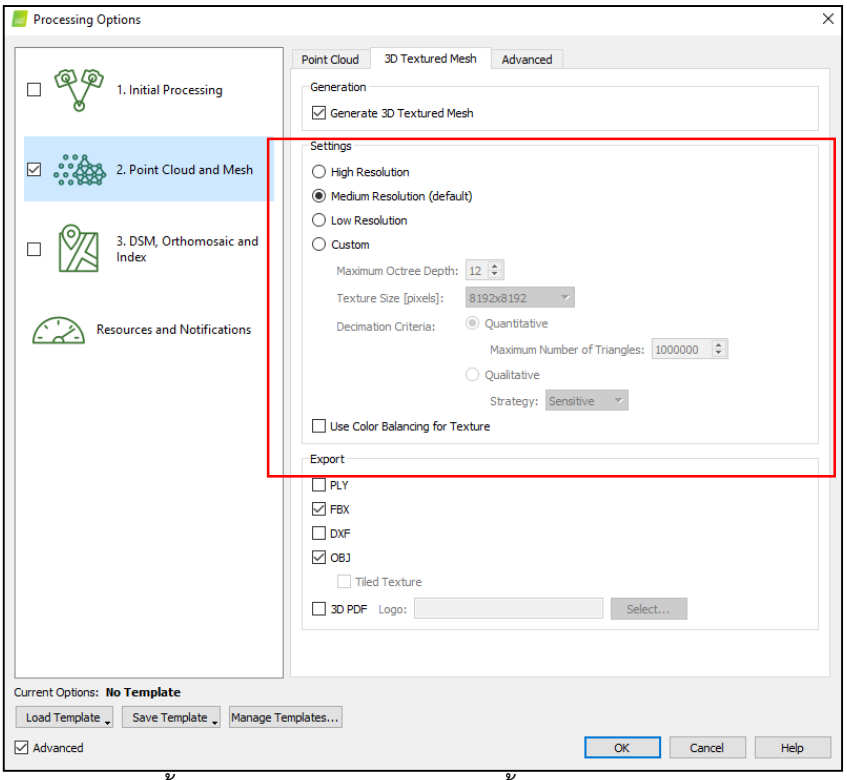
- Settings ได้แก่

High Resolution : ความละเอียด 3D Mesh มาก

Medium Resolution : Balance

Low Resolution : ใช้เวลาและให้ความละเอียด 3D Mesh น้อย

Custom : ผู้ใช้งานตั้งค่าเองตามความต้องการ

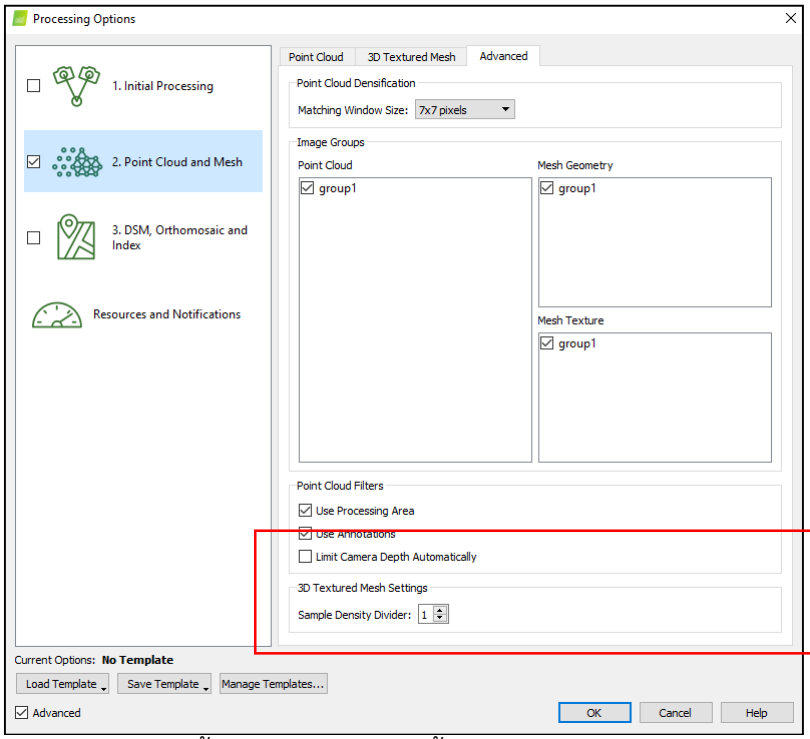


แสดงตัวอย่างการตั้งค่า 3D Textured Mesh ในขั้นตอน Point Cloud and Mesh

อธิบายการตั้งค่า **Advanced** ในขั้นตอน **Point Cloud and Mesh** ดังนี้

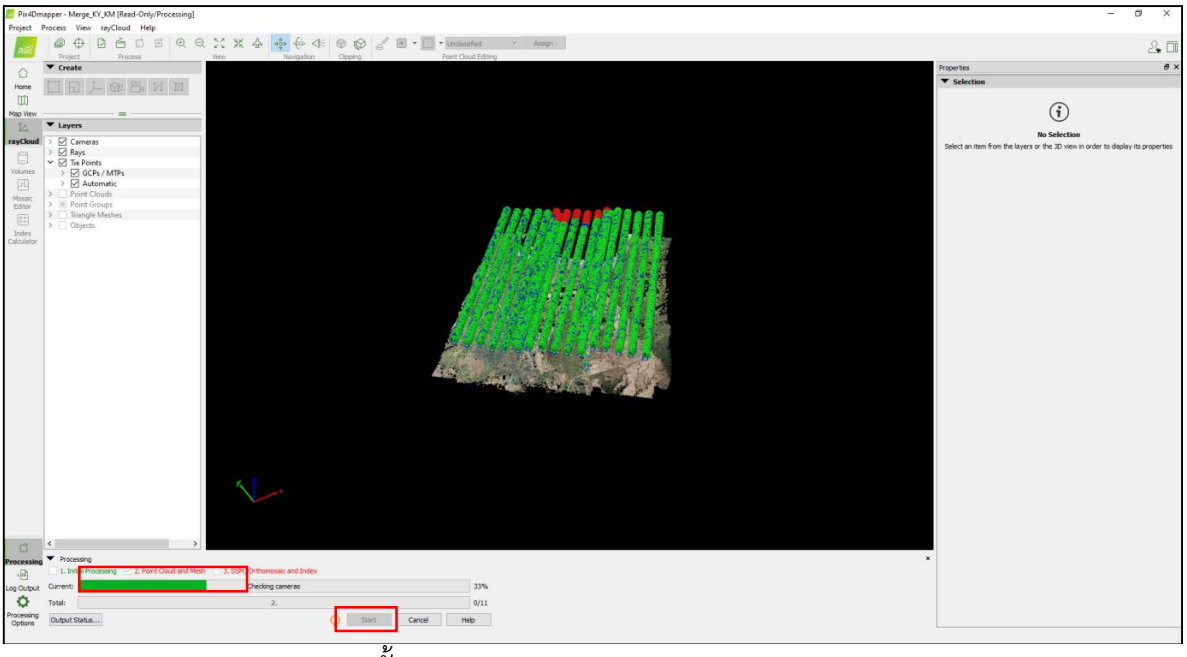
- Point Cloud Filters คือ การกรอง Point Cloud ที่ไม่ต้องการออก

ประกอบด้วย Use Processing Area, Use Annotations, Limit Camera Depth Automatically



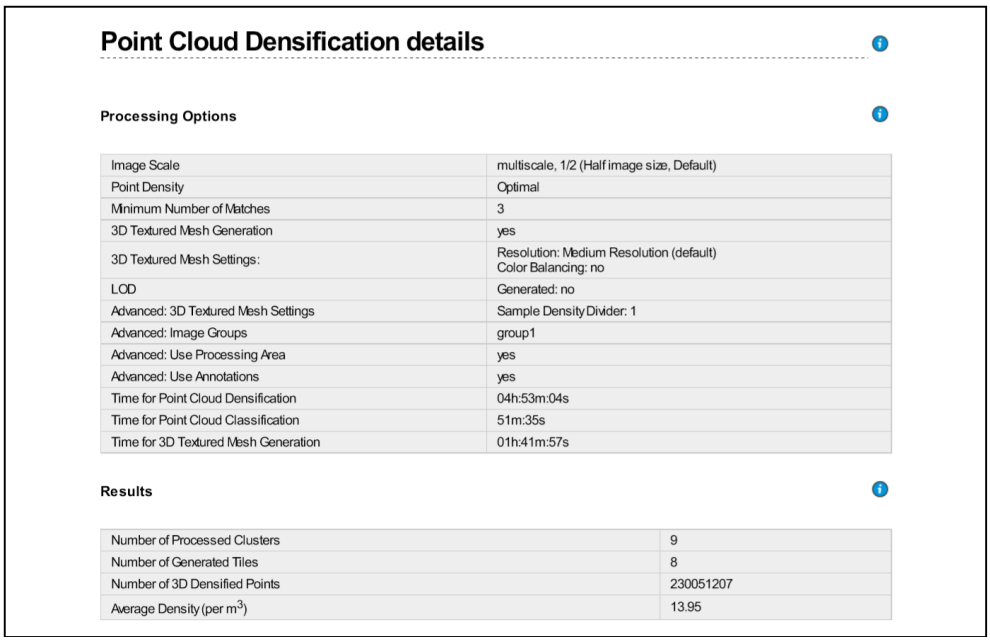
แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Advanced ในขั้นตอน Point Cloud and Mesh

(๒) หลังจากตั้งค่าแล้วเสร็จ สั่งให้โปรแกรมเริ่มการประมวลผลในขั้นตอน Point Cloud and Mesh (Step 2) โดยให้เลือกเฉพาะ ๒.Point Cloud and Mesh ในด้านซ้ายล่างของหน้าจอ และทำการยกเลิกการประมวลผล ๑.Initial Processing และ ๓.DSM Orthomosaic and Index ดังรูป เมื่อเลือกแล้วให้คลิกปุ่ม **Start** Start ด้านล่าง



แสดงขั้นตอน Point Cloud and Mesh (Step ๒)

(๓) หลังการประมวลผลขั้นตอน Point Cloud and Mesh แล้วเสร็จ หน้าจอจะปรากฏรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงผลการประมวลผล ข้อมูลพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) และข้อมูลพื้นผิวแบบเวกเตอร์ (Mesh Model)



Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Densification	04h:53m:04s
Time for Point Cloud Classification	51m:35s
Time for 3D Textured Mesh Generation	01h:41m:57s

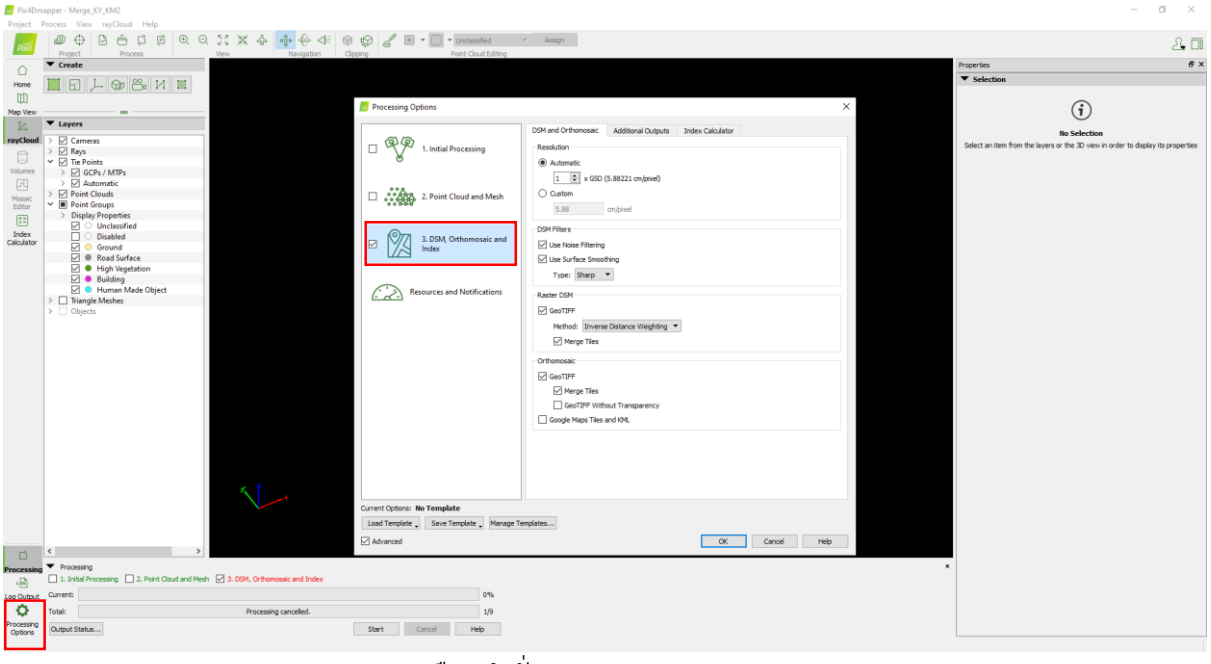
Results

Number of Processed Clusters	9
Number of Generated Tiles	8
Number of 3D Densified Points	230051207
Average Density (per m^3)	13.95

แสดงรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report)
หลังการประมวลผลขั้นตอน Point Cloud and Mesh

๕.๒.๒.๑๓ การประมวลผล Pix4Dmapper ขั้นตอน DSM, Orthomosaic and Index (Step ๓) มีขั้นตอนดังนี้

(๑) เมื่อตรวจสอบรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการประมวลผลข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM) และสร้าง ออร์โธจริง (True Orthophoto) เลือกคำสั่ง **Processing Options** ตามข้อ ① จากนั้นทำเครื่องหมายถูกที่คำสั่ง DSM, Orthomosaic and Index ตามข้อ ② ทำการตั้งค่าตามที่ผู้ใช้งานต้องการ และคลิกปุ่ม **OK** OK



แสดงการเลือกคำสั่ง DSM, Orthomosaic and Index

อธิบายการตั้งค่า **DSM and Orthomosaic** ในขั้นตอน **DSM, Orthomosaic and Index** ดังนี้

- DSM Filters ประกอบด้วย

Use Noise Filtering : ลดจำนวน noise ลง โดยดูจาก median altitude ของ neighboring points

Use Surface Smoothing: การทำ filter ของ noise เพื่อสร้างพื้นผิว โดยผู้ใช้งานกำหนดได้ตามต้องการ

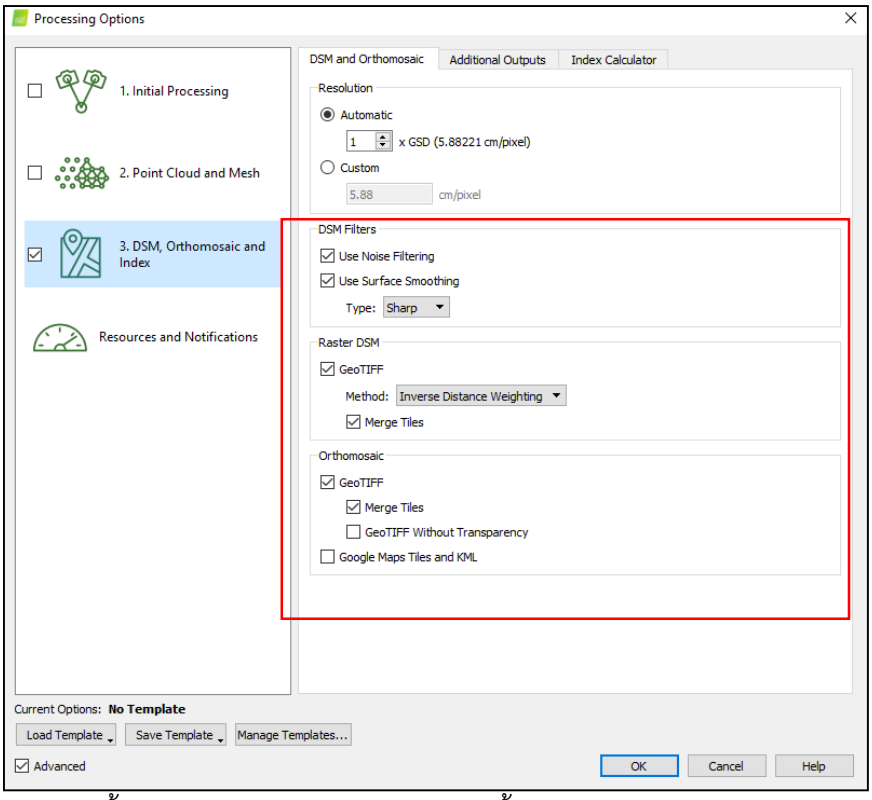
- Raster DSM คือ การสร้าง DSM (Digital Surface Model) ประกอบด้วย

GeoTIFF : สร้างไฟล์แบบ GeoTIFF

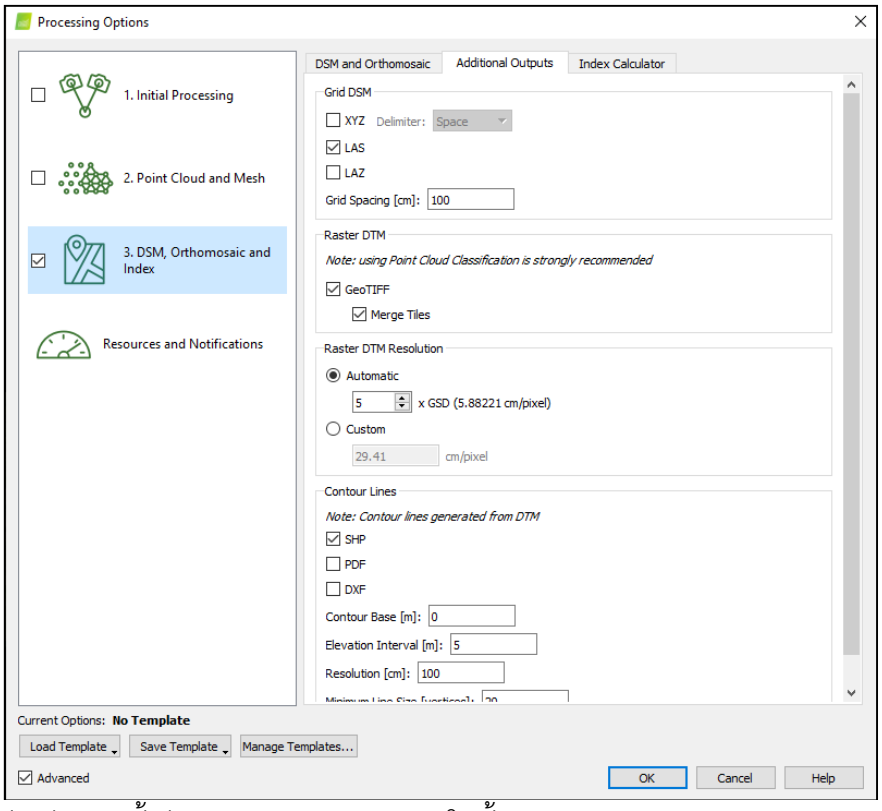
Method : การกำหนดวิธีการประมาณค่าระหว่างจุด (Interpolate) ได้แก่

Inverse Distance Weighting: เหมาะสำหรับอาคาร ตึก

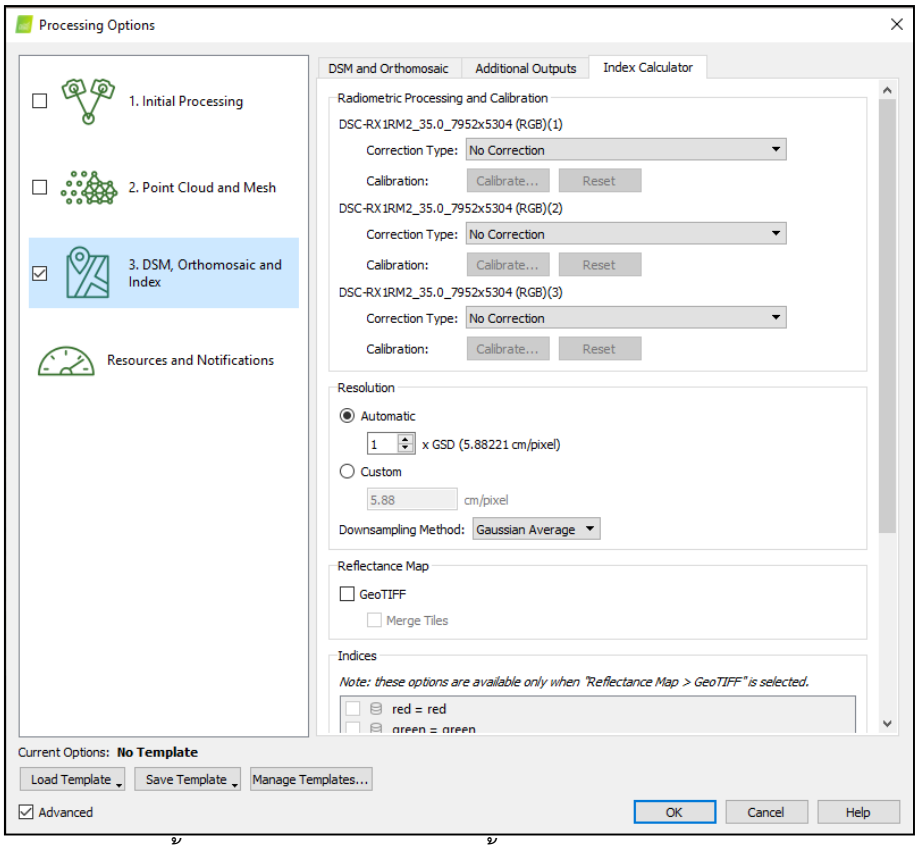
Triangulation: เหมาะสำหรับพื้นราบ หรือ พื้นที่เกษตรกรรม



แสดงตัวอย่างการตั้งค่า DSM and Orthomosaic ในขั้นตอน DSM, Orthomosaic and Index

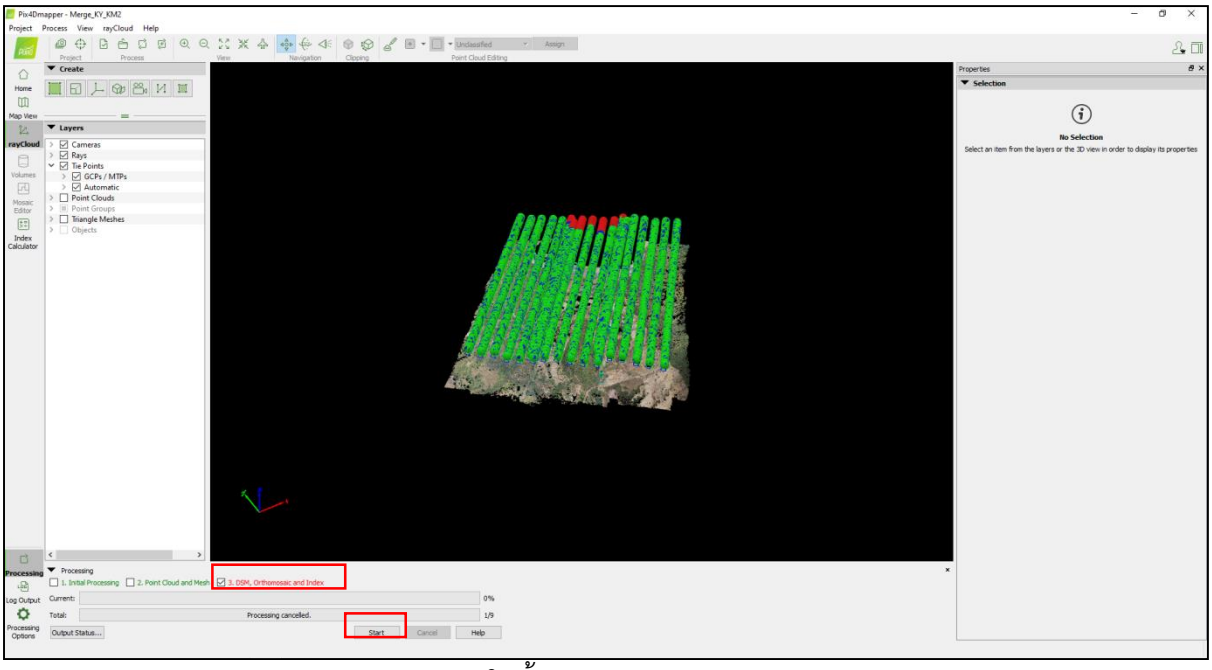


แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Additional Outputs ในขั้นตอน DSM, Orthomosaic and Index



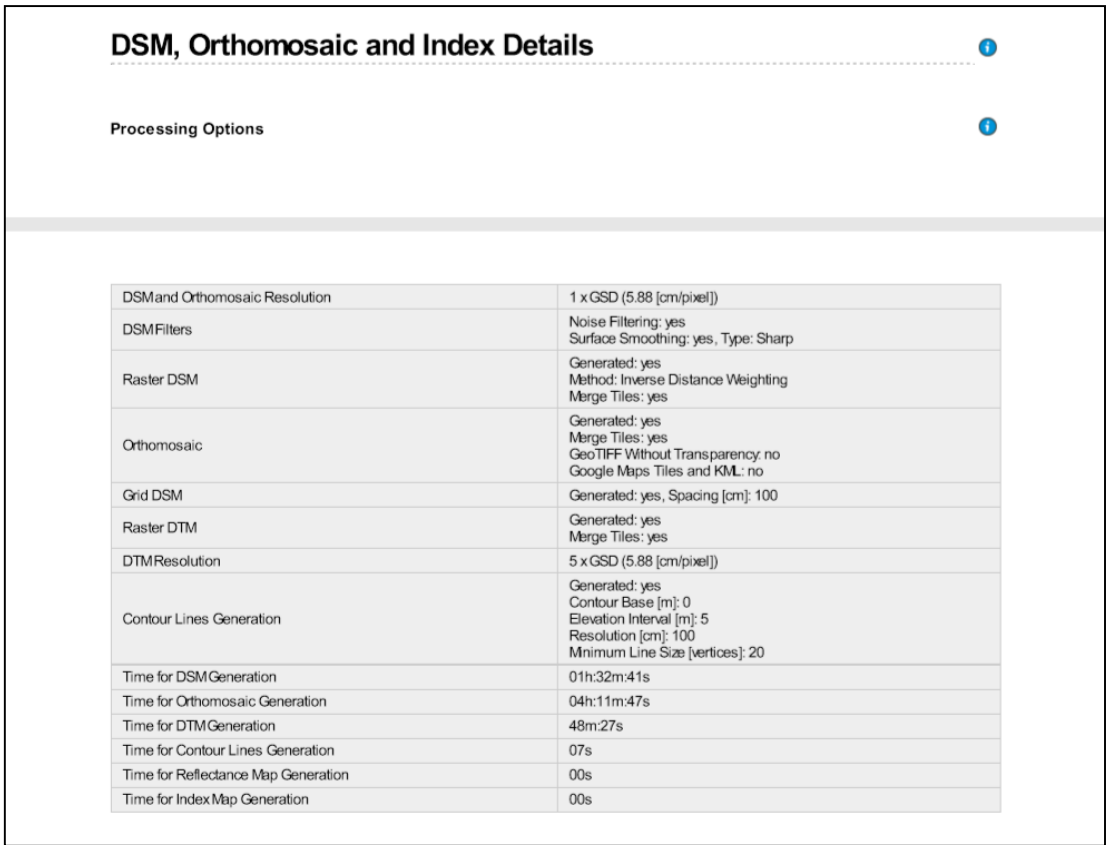
แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Index Calculator ในขั้นตอน DSM, Orthomosaic and Index

(๒) หลังจากตั้งค่าแล้วเสร็จ สั่งให้โปรแกรมเริ่มการประมวลผลในขั้นตอน DSM, Orthomosaic and Index (Step ๓) โดยให้เลือกเฉพาะ ๓.DSM Orthomosaic and Index ในด้านซ้ายล่างของหน้าจอ และทำการยกเลิกการประมวลผล ๑.Initial Processing และ ๒.Point Cloud and Mesh ดังรูป เมื่อเลือกแล้วกให้คลิกปุ่ม **Start** Start ด้านล่าง



แสดงการประมวลผลในขั้นตอน DSM, Orthomosaic and Index

(๓) หลังการประมวลผลขั้นตอน DSM Orthomosaic and Index แล้วเสร็จ หน้าจอจะปรากฏรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report) โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงผลการประมวลผล ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM) และออร์โธจริง (True Orthophoto)

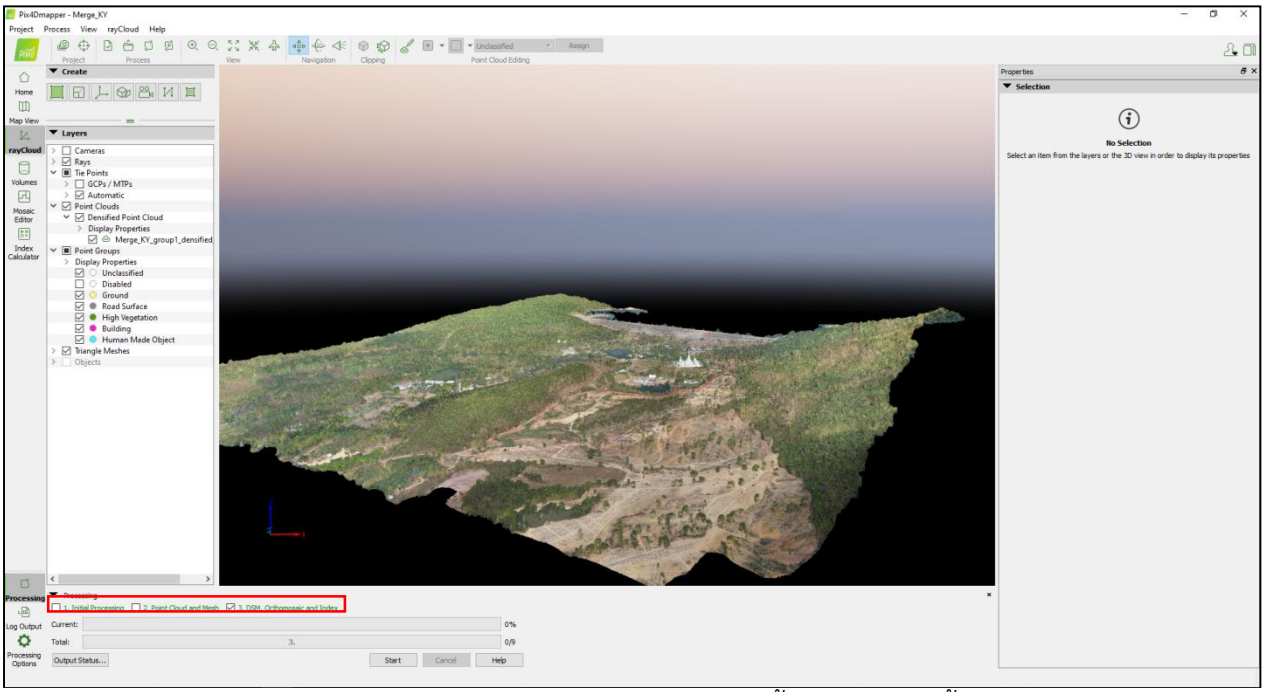


DSM, Orthomosaic and Index Details

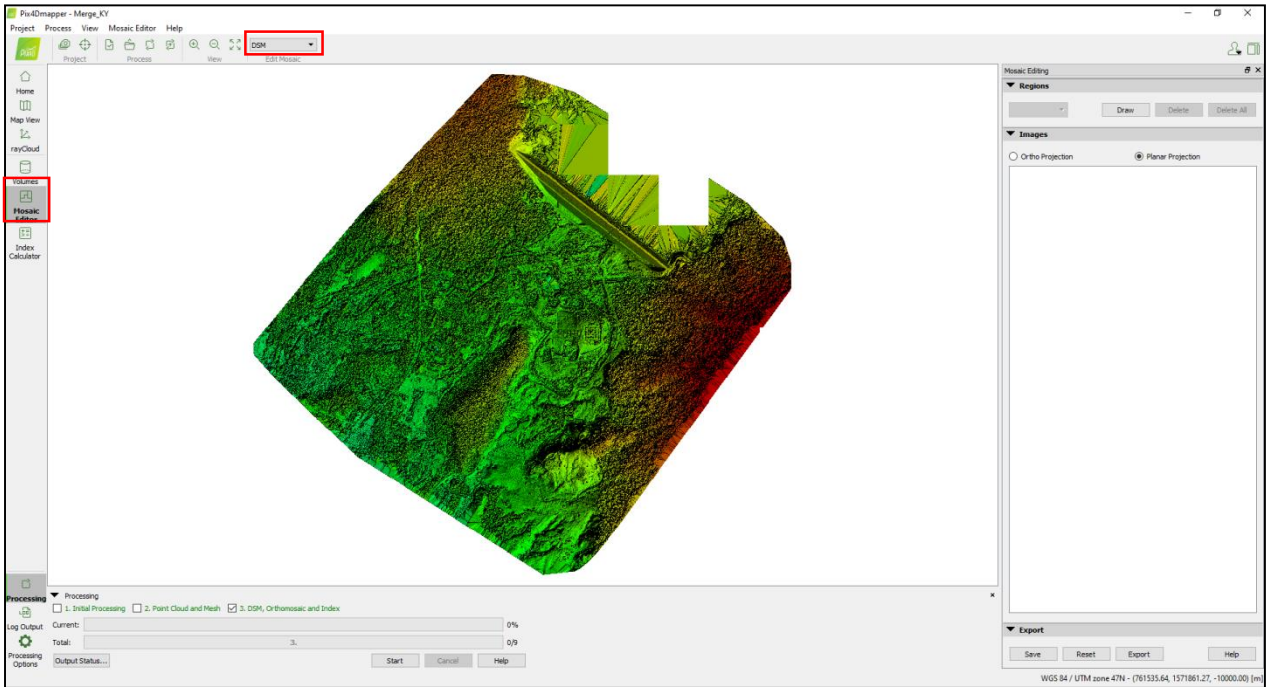
Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (5.88 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp
Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes
Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Grid DSM	Generated: yes, Spacing [cm]: 100
Raster DTM	Generated: yes Merge Tiles: yes
DTM Resolution	5 x GSD (5.88 [cm/pixel])
Contour Lines Generation	Generated: yes Contour Base [m]: 0 Elevation Interval [m]: 5 Resolution [cm]: 100 Minimum Line Size [vertices]: 20
Time for DSM Generation	01h:32m:41s
Time for Orthomosaic Generation	04h:11m:47s
Time for DTM Generation	48m:27s
Time for Contour Lines Generation	07s
Time for Reflectance Map Generation	00s
Time for Index Map Generation	00s

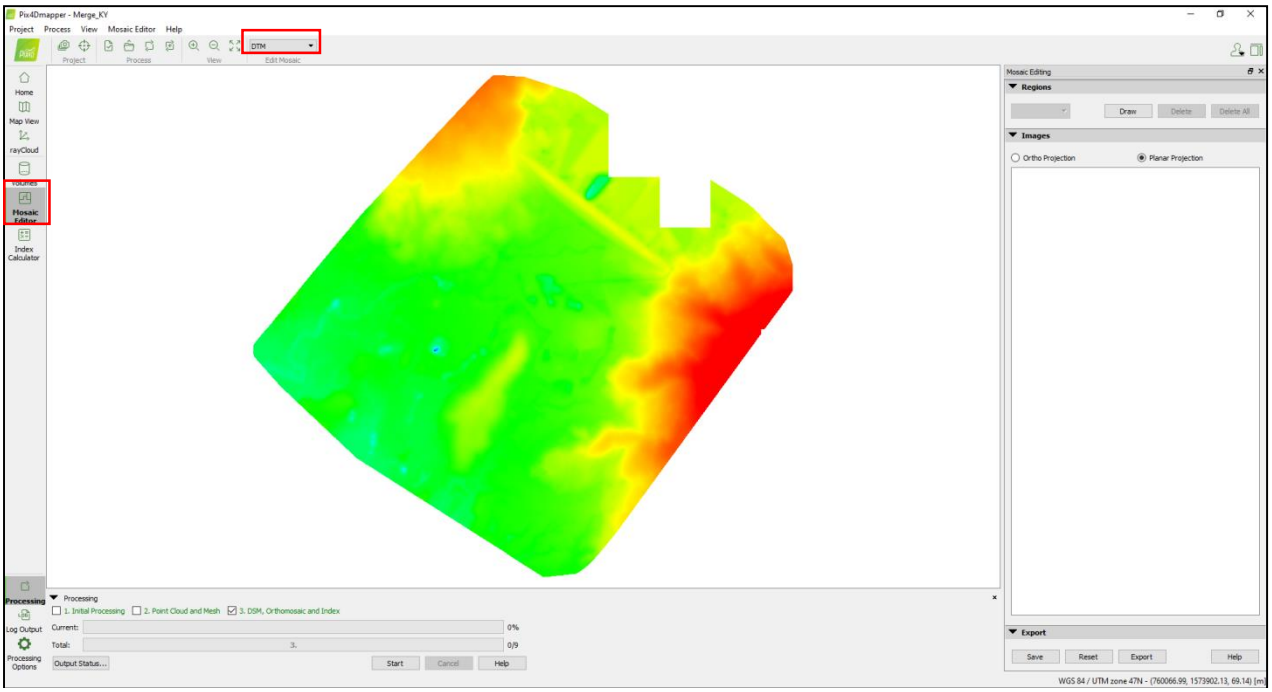
แสดงรายงานผลการประมวลผลข้อมูล (Quality Report)
หลังการประมวลผลขั้นตอน DSM Orthomosaic and Index



แสดงผลการประมวลผลข้อมูลหลังการประมวลผลขั้นตอนครบ ๓ ขั้นตอน



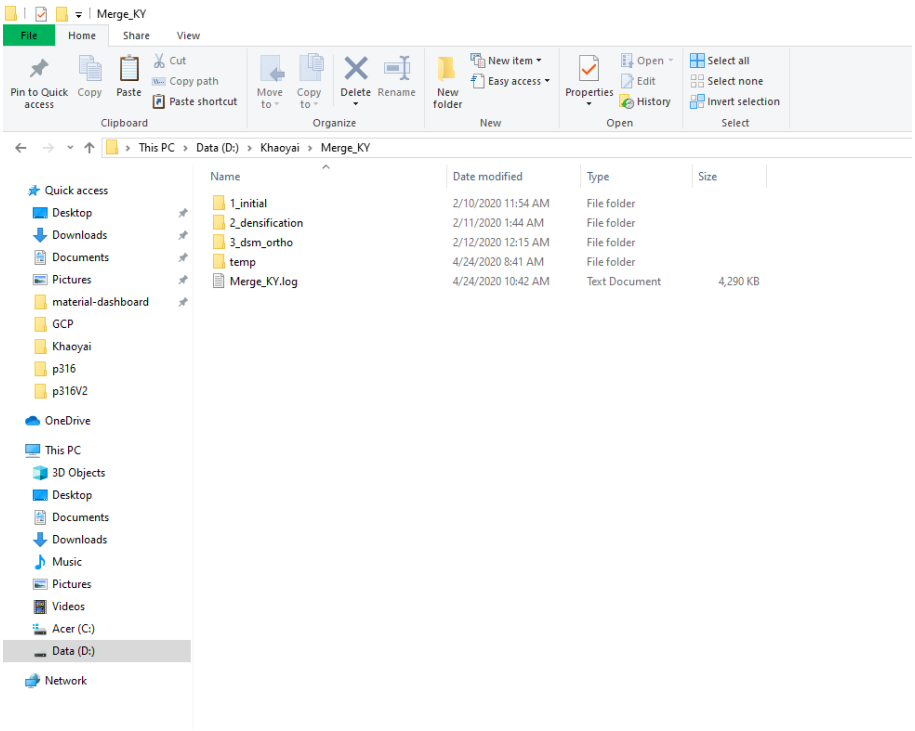
แสดงแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM)



แสดงแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model, DTM)

๕.๒.๒.๑๔ ข้อมูลผลลัพธ์จากการประมวลผล Pix4Dmapper

ข้อมูลผลลัพธ์จากการประมวลผล Pix4Dmapper ทั้ง ๓ ขั้นตอน จะอยู่ใน Folder เดียวกับ project ที่สร้างขึ้น โดยข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Surface Model, DSM) และออร์โธจริง (True Orthophoto) จะอยู่ใน Folder “3_dsm_ortho” โดยข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ geotiff และข้อมูล Point Cloud จะอยู่ใน Folder “2_densification” โดยข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ *.las หรือตามที่ผู้ใช้งานได้กำหนดรูปแบบอื่นๆ ดังรูป



แสดง Folder ที่จัดเก็บผลลัพธ์จากการประมวลผล Pix4Dmapper

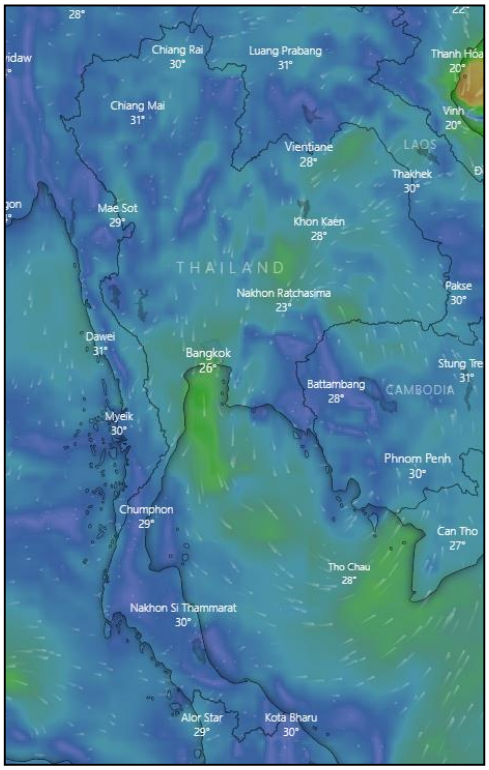
บทที่ ๖

ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ

การปฏิบัติงานการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ เป็นการได้มาของภาพถ่ายหรือการสำรวจสภาพพื้นที่ที่ต้องการสำรวจในสภาพของปัจจุบันได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้แผนที่ภาพถ่ายในการจัดการปัญหาต่างๆ เช่น การบุกรุกพื้นที่ การครอบครองในขอบเขตปัจจุบันของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ต่างๆ การวางแผนการจัดการพื้นที่ เป็นต้น แต่ในการปฏิบัติงานการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับในภาคสนาม ส่วนใหญ่จะพบปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ในการปฏิบัติงาน ดังนี้

๖.๑ สภาพอากาศ

ก่อนการปฏิบัติงานการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ ควรตรวจสอบสภาพอากาศ เช่น สภาพเมฆ ความแรงของลม ฝน ฯลฯ ในพื้นที่ที่จะปฏิบัติงานไว้ล่วงหน้า เนื่องจากสภาพอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานด้านการบินถ่ายภาพ



๖.๒ วัสดุและสีที่ใช้ทำเป้าสำหรับงานการสร้างจุดควบคุม

วัสดุและสีที่ใช้ทำเป้าสำหรับการสร้างจุดควบคุมของจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) หากเลือกไม่เหมาะสม จะเป็นอุปสรรคต่อการพิจารณาการตรึงจุดควบคุมในขั้นตอนการประมวลผลภาพถ่าย

(๑) วัสดุที่มีผิวมันจะสะท้อนแสงอาทิตย์ ภาพถ่ายที่ได้จะมีความพร่ามัวไม่ชัดเจน

(๒) สีที่ใช้ทำเป้ามีสีใกล้เคียงกับสภาพภูมิประเทศ อาจทำให้จุดควบคุมของจุดควบคุมภาคพื้นดินในภาพถ่ายมีความไม่ชัดเจน

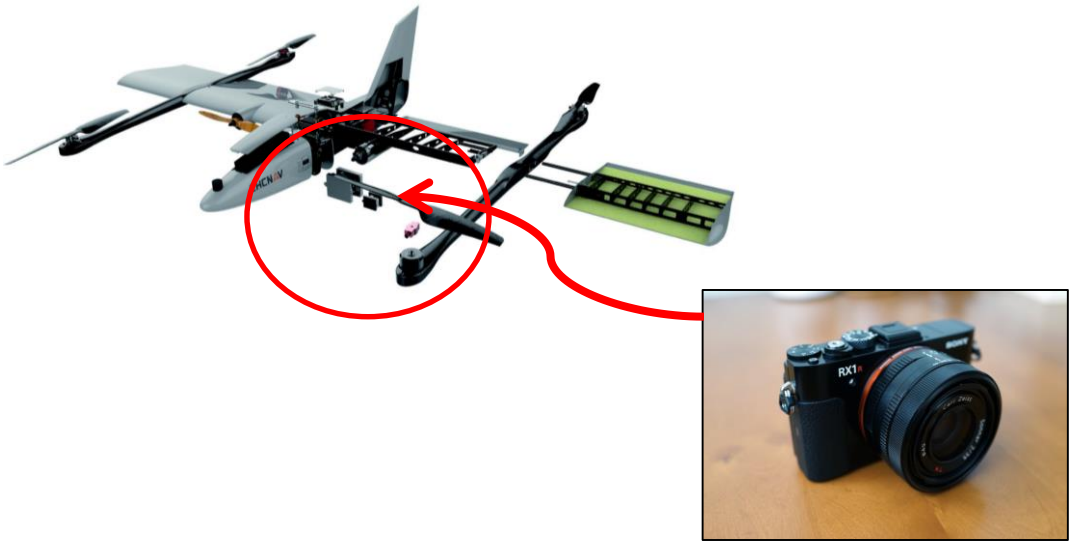
(๓) ความทนทานของวัสดุที่เลือกใช้ต่อการใช้งาน

๖.๓ การรับสัญญาณดาวเทียม GNSS

การรับสัญญาณดาวเทียม GNSS ในการสำรวจพื้นที่ที่จะปฏิบัติงาน ผู้ใช้งานควรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ว่าพื้นที่ที่จะทำการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน Ground control point (GCP) และจุดตรวจสอบภาพ Check point (CP) มีสัญญาณโทรศัพท์หรือไม่ เนื่องจากการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ต้องใช้สัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์ในการปฏิบัติงาน

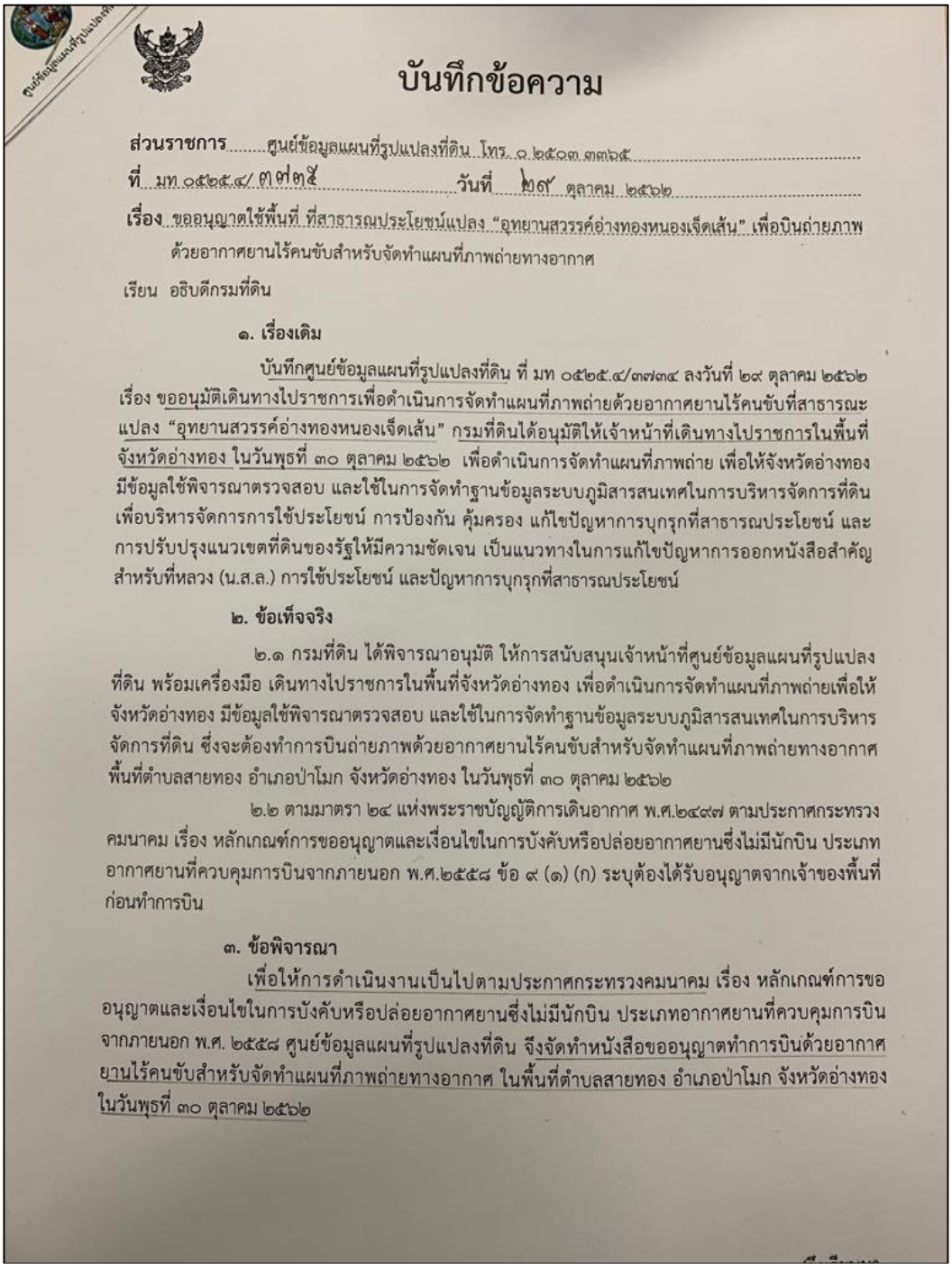
๖.๔ ผลกระทบจากความร้อนของสภาพอากาศ

อุณหภูมิขณะปฏิบัติงานหากมีความร้อนที่สูงมาก หรือปฏิบัติงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลต่อการทำงานของระบบต่างๆ ของอากาศยานฯ หรือการทำงานกล้องถ่ายภาพที่ใช้บินถ่ายภาพได้ ผู้ใช้งานควรหยุดพักการทำงานเมื่อพบว่าการทำงานของเครื่องมือมีความผิดปกติ และตรวจสอบอุณหภูมิความผิดปกติต่างๆ ของเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานอยู่เสมอ



๖.๕ การเข้าพื้นที่ปฏิบัติงาน

การติดต่อประสานงานกับเจ้าของพื้นที่ หรือผู้ปกครองท้องที่ก่อนเข้าพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นเรื่องที่สำคัญ ควรจัดทำหนังสือขอเข้าพื้นที่ที่จะปฏิบัติงานและจัดส่งหนังสือดังกล่าวถึงเจ้าของพื้นที่ หรือผู้ปกครองท้องที่นั้นๆ และผู้ปฏิบัติงานควรมีสำเนาหนังสือขออนุญาติเข้าพื้นที่ข้างต้น พร้อมหนังสือการขึ้นทะเบียนผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน (ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก) อยู่ตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน อีกทั้งควรมีผู้ชำนาญในการเข้าพื้นที่คอยนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งจะส่งผลให้การปฏิบัติงานมีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน โทร. ๐ ๒๕๐๓ ๓๓๖๕

ที่ มท ๐๕๒๕.๔/ ๓๗๓๕ **วันที่** ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุญาตใช้พื้นที่ ที่สาธารณประโยชน์แปลง "อุทยานสวรรค์อ่างทองหนองเจ็ดเส้น" เพื่อบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับสำหรับจัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

เรียน อธิบดีกรมที่ดิน

๑. เรื่องเดิม

บันทึกศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน ที่ มท ๐๕๒๕.๔/๓๗๓๔ ลงวันที่ ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๒ เรื่อง ขออนุมัติเดินทางไปราชการเพื่อดำเนินการจัดทำแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับที่สาธารณะแปลง "อุทยานสวรรค์อ่างทองหนองเจ็ดเส้น" กรมที่ดินได้อนุมัติให้เจ้าหน้าที่เดินทางไปราชการในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง ในวันพุธที่ ๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒ เพื่อดำเนินการจัดทำแผนที่ภาพถ่าย เพื่อให้จังหวัดอ่างทองมีข้อมูลใช้พิจารณาตรวจสอบ และใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศในการบริหารจัดการที่ดิน เพื่อบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ การป้องกัน คุ้มครอง แก้ไขปัญหาการบุกรุกที่สาธารณประโยชน์ และการปรับปรุงแนวเขตที่ดินของรัฐให้มีความชัดเจน เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการออกหนังสือสำคัญสำหรับที่หลวง (น.ส.ล.) การใช้ประโยชน์ และปัญหาการบุกรุกที่สาธารณประโยชน์

๒. ข้อเท็จจริง

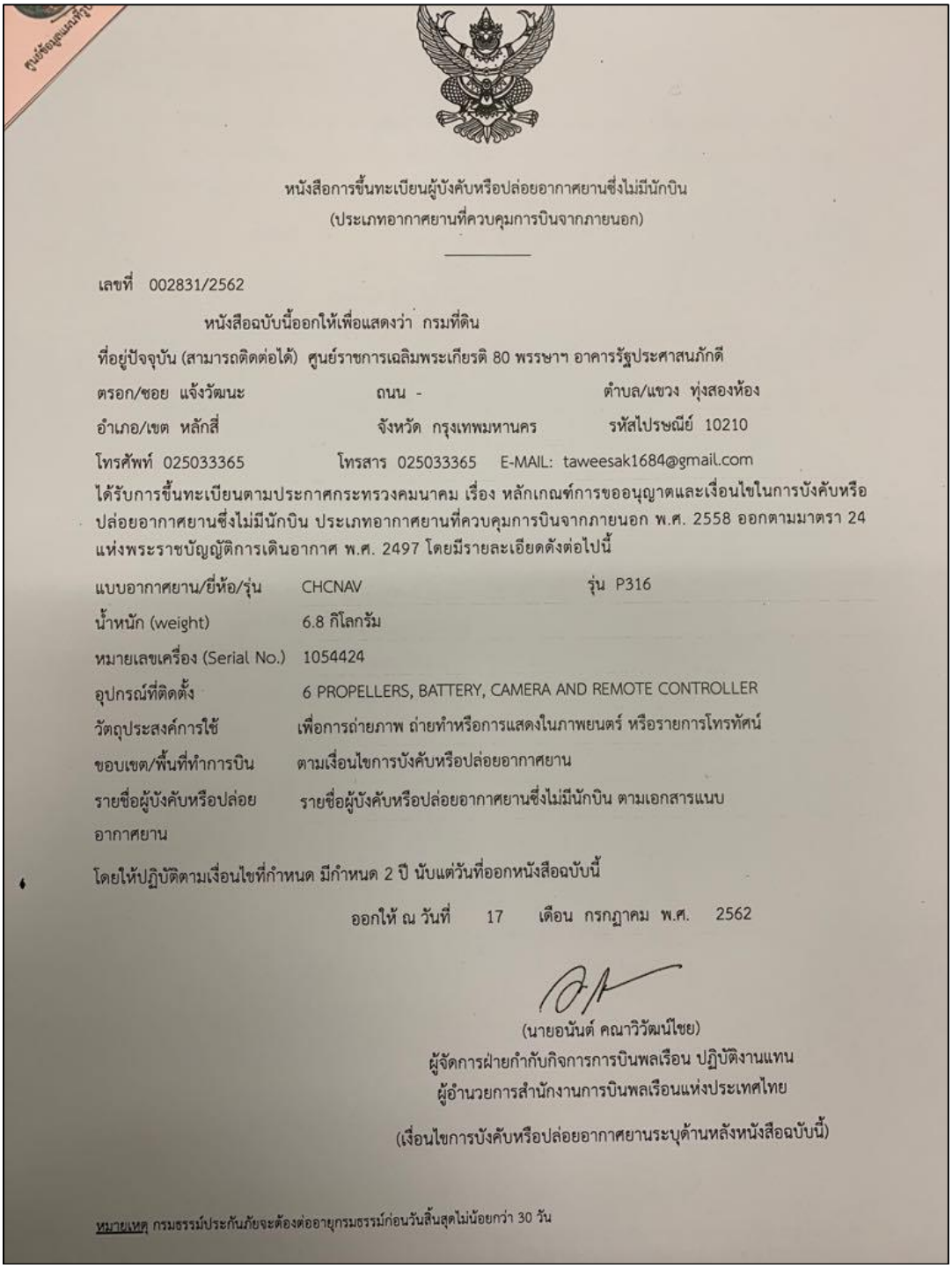
๒.๑ กรมที่ดิน ได้พิจารณาอนุมัติ ให้การสนับสนุนเจ้าหน้าที่ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน พร้อมเครื่องมือ เดินทางไปราชการในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง เพื่อดำเนินการจัดทำแผนที่ภาพถ่ายเพื่อให้จังหวัดอ่างทอง มีข้อมูลใช้พิจารณาตรวจสอบ และใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศในการบริหารจัดการที่ดิน ซึ่งจะต้องทำการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับสำหรับจัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ พื้นที่ตำบลสายทอง อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง ในวันพุธที่ ๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒

๒.๒ ตามมาตรา ๒๔ แห่งพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ.๒๔๙๗ ตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ.๒๕๕๘ ข้อ ๙ (๑) (ก) ระบุต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่ก่อนทำการบิน

๓. ข้อพิจารณา

เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. ๒๕๕๘ ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน จึงจัดทำหนังสือขออนุญาตทำการบินด้วยอากาศยานไร้คนขับสำหรับจัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ในพื้นที่ตำบลสายทอง อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง ในวันพุธที่ ๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒

ภาพตัวอย่างหนังสือขออนุญาตเข้าพื้นที่ที่จะปฏิบัติงานบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ



หนังสือการขึ้นทะเบียนผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน
(ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก)

เลขที่ 002831/2562

หนังสือฉบับนี้ออกให้เพื่อแสดงว่า กรมที่ดิน

ที่อยู่ปัจจุบัน (สามารถติดต่อได้) ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษาฯ อาคารรัฐประศาสนภักดี

ตรอก/ซอย แจ้งวัฒนะ ถนน - ตำบล/แขวง ทุ่งสองห้อง

อำเภอ/เขต หลักสี่ จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10210

โทรศัพท์ 025033365 โทรสาร 025033365 E-MAIL: taweesak1684@gmail.com

ได้รับการขึ้นทะเบียนตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558 ออกตามมาตรา 24 แห่งพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. 2497 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แบบอากาศยาน/ยี่ห้อ/รุ่น	CHCNAV รุ่น P316
น้ำหนัก (weight)	6.8 กิโลกรัม
หมายเลขเครื่อง (Serial No.)	1054424
อุปกรณ์ที่ติดตั้ง	6 PROPELLERS, BATTERY, CAMERA AND REMOTE CONTROLLER
วัตถุประสงค์การใช้	เพื่อการถ่ายภาพ ถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์ หรือรายการโทรทัศน์
ขอบเขต/พื้นที่ทำการบิน	ตามเงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยาน
รายชื่อผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยาน	รายชื่อผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ตามเอกสารแนบ

โดยให้ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด มีกำหนด 2 ปี นับแต่วันที่ออกหนังสือฉบับนี้

ออกให้ ณ วันที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562

(นายอนันต์ คณาวิวัฒน์ไชย)
ผู้จัดการฝ่ายกำกับกิจการการบินพลเรือน ปฏิบัติงานแทน
ผู้อำนวยการสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

(เงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยานระบุด้านหลังหนังสือฉบับนี้)

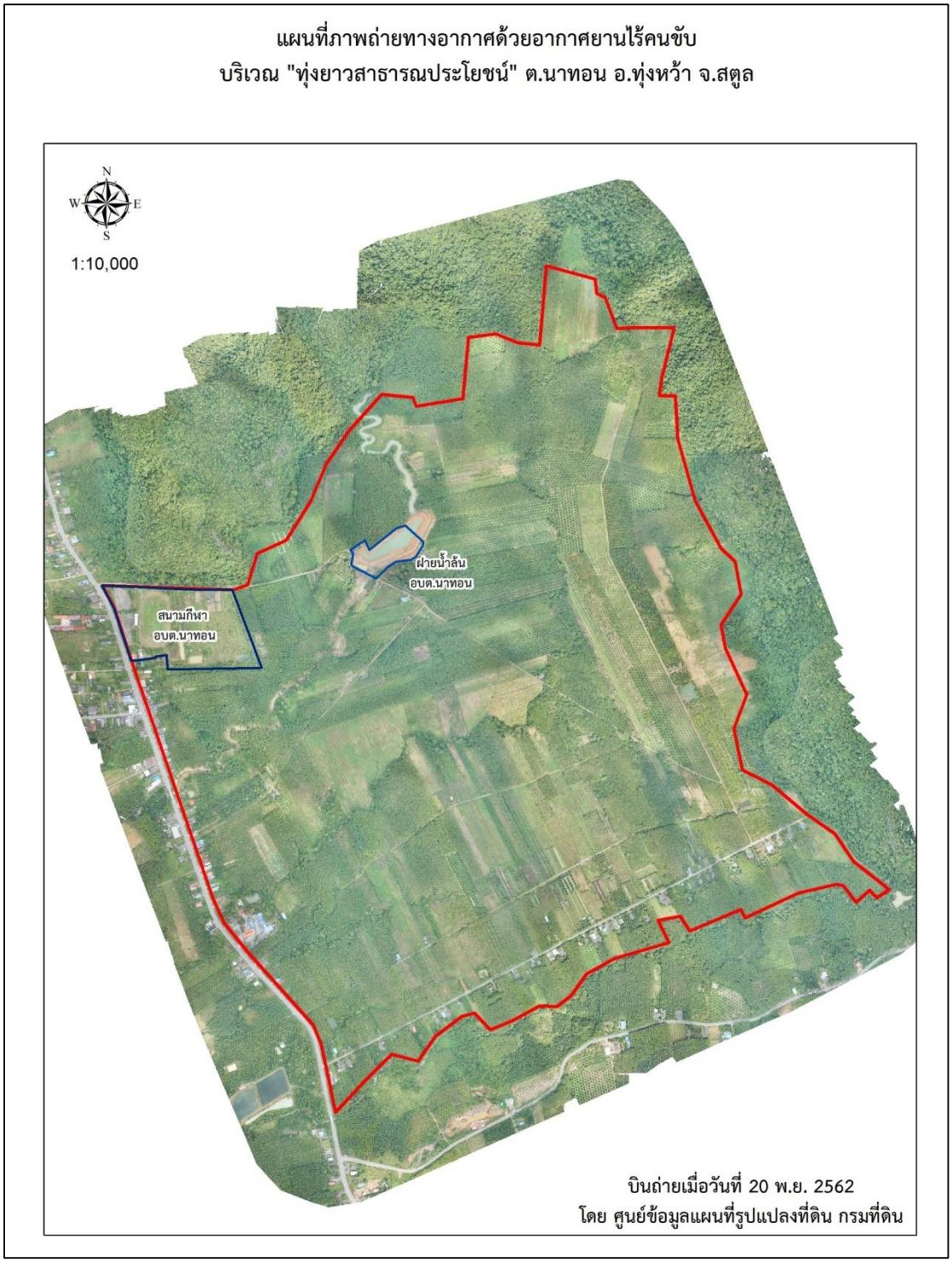
หมายเหตุ กรมธรรม์ประกันภัยจะต้องต่ออายุกรมธรรม์ก่อนวันสิ้นสุดไม่น้อยกว่า 30 วัน

ภาพตัวอย่างหนังสือการขึ้นทะเบียนผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน
(ประเภทอากาศยานเพื่อควบคุมการบินจากภายนอก)

ภาคผนวก

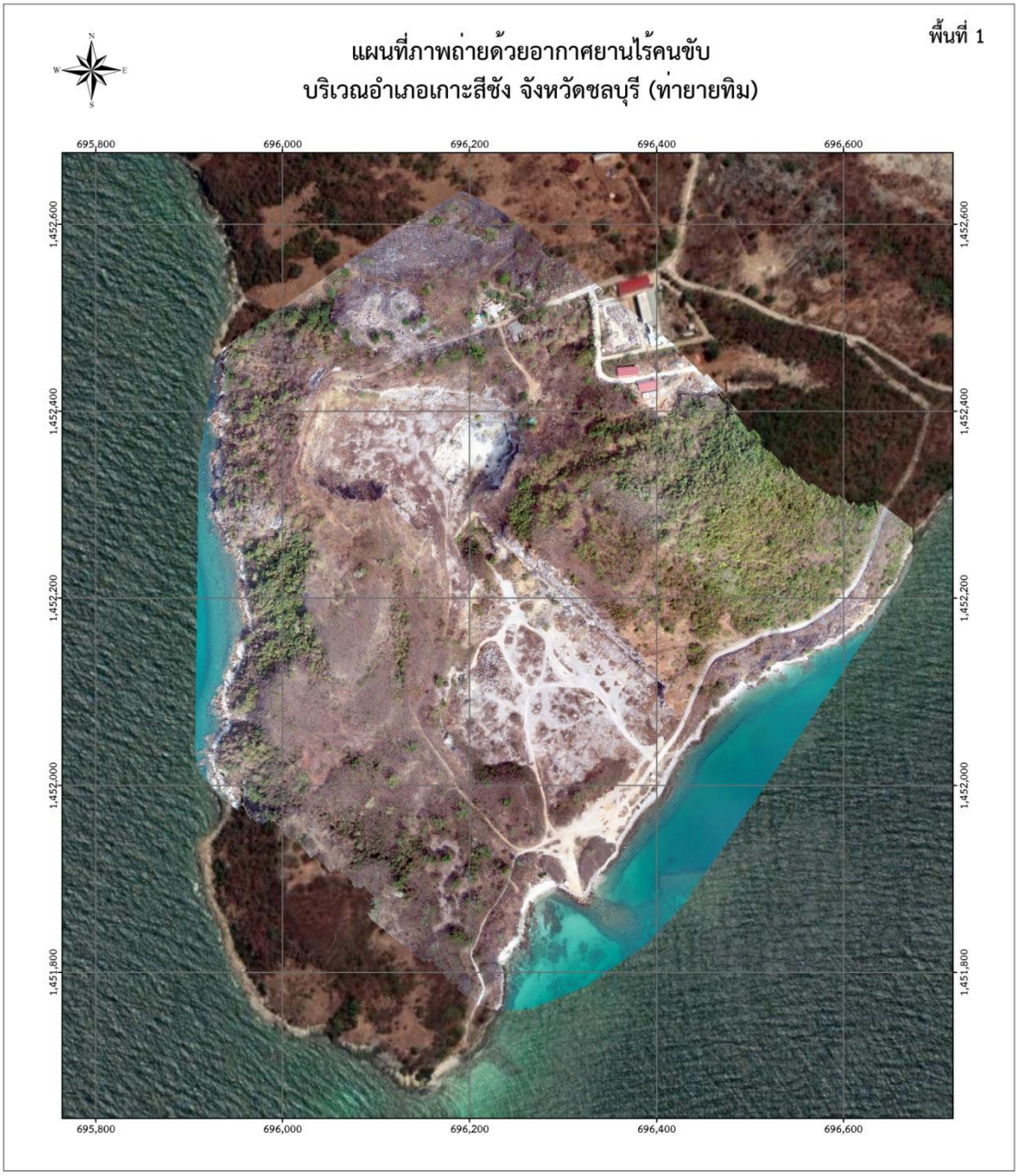
ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายซึ่งถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
โดย ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
ที่สาธารณประโยชน์ “อุทยานสวรรค์อ่างทองหนองเจ็ดเส้น” อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง
เมื่อวันที่ ๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๒



ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
ที่สาธารณประโยชน์ “ทุ่งยาว” อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
ระหว่างวันที่ ๑๘ - ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ – ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓



WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:4,000 0 65 130 260 390 520 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง (ท่ายายทิม) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:4,000 0 65 130 260 390 520 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่เส้นชั้นความสูง
บริเวณเกาะสีชัง (ท่ายายทิม) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:2,000 0 30 60 120 180 240 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง (แหลมงู) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:2,200 0 37.5 75 150 225 300 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่เส้นชั้นความสูง
บริเวณเกาะสีชัง (แหลมงู) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:3,500 0 60 120 240 360 480 Meters

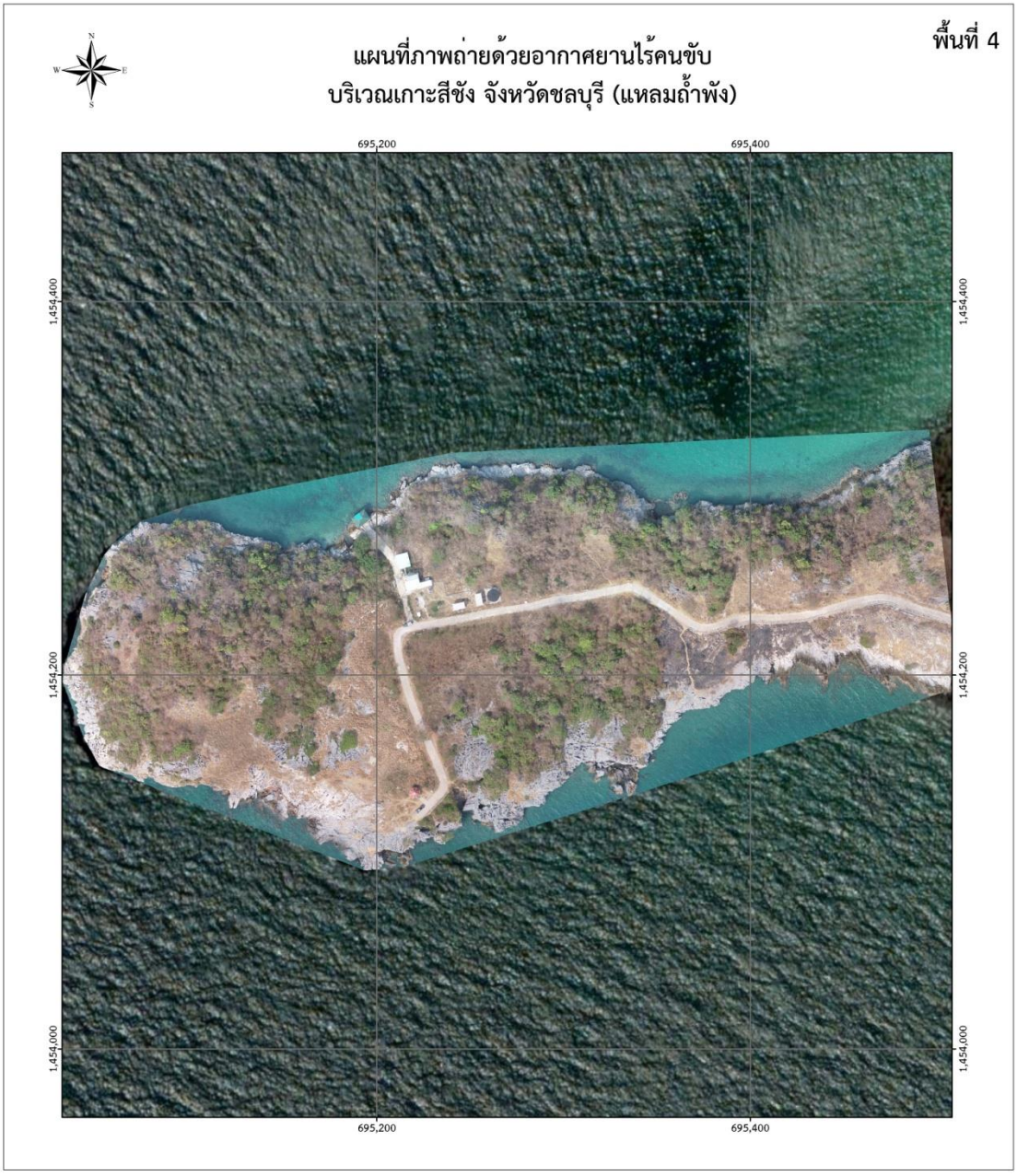
บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง (หาดถ้ำพัง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:3,500 0 60 120 240 360 480 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

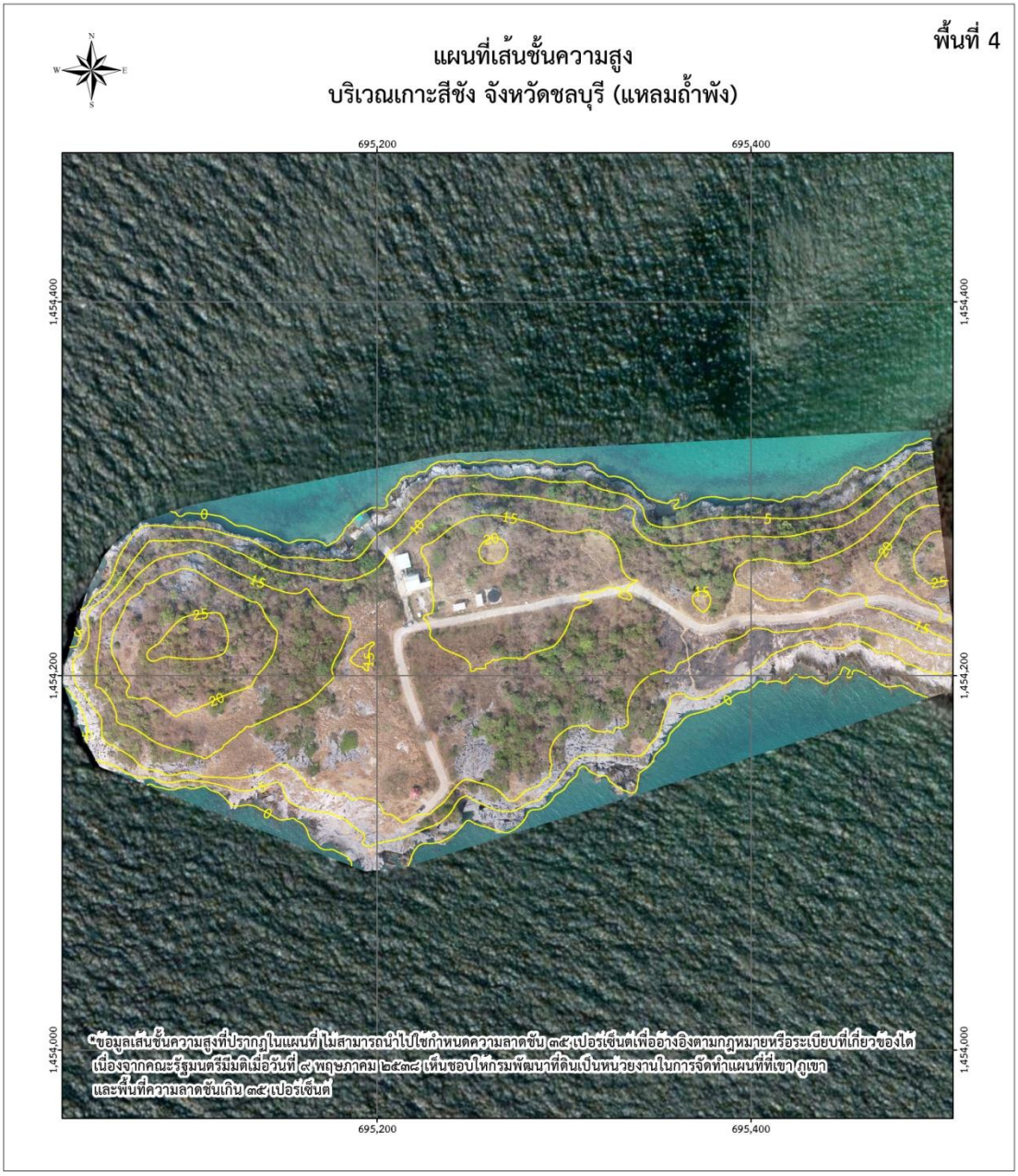
ตัวอย่างแผนที่เส้นชั้นความสูง
บริเวณเกาะสีชัง (หาดถ้ำพัง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓



WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:2,000 0 30 60 120 180 240 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง (แหลมถ้ำพัง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓



WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:2,000 0 30 60 120 180 240 Meters

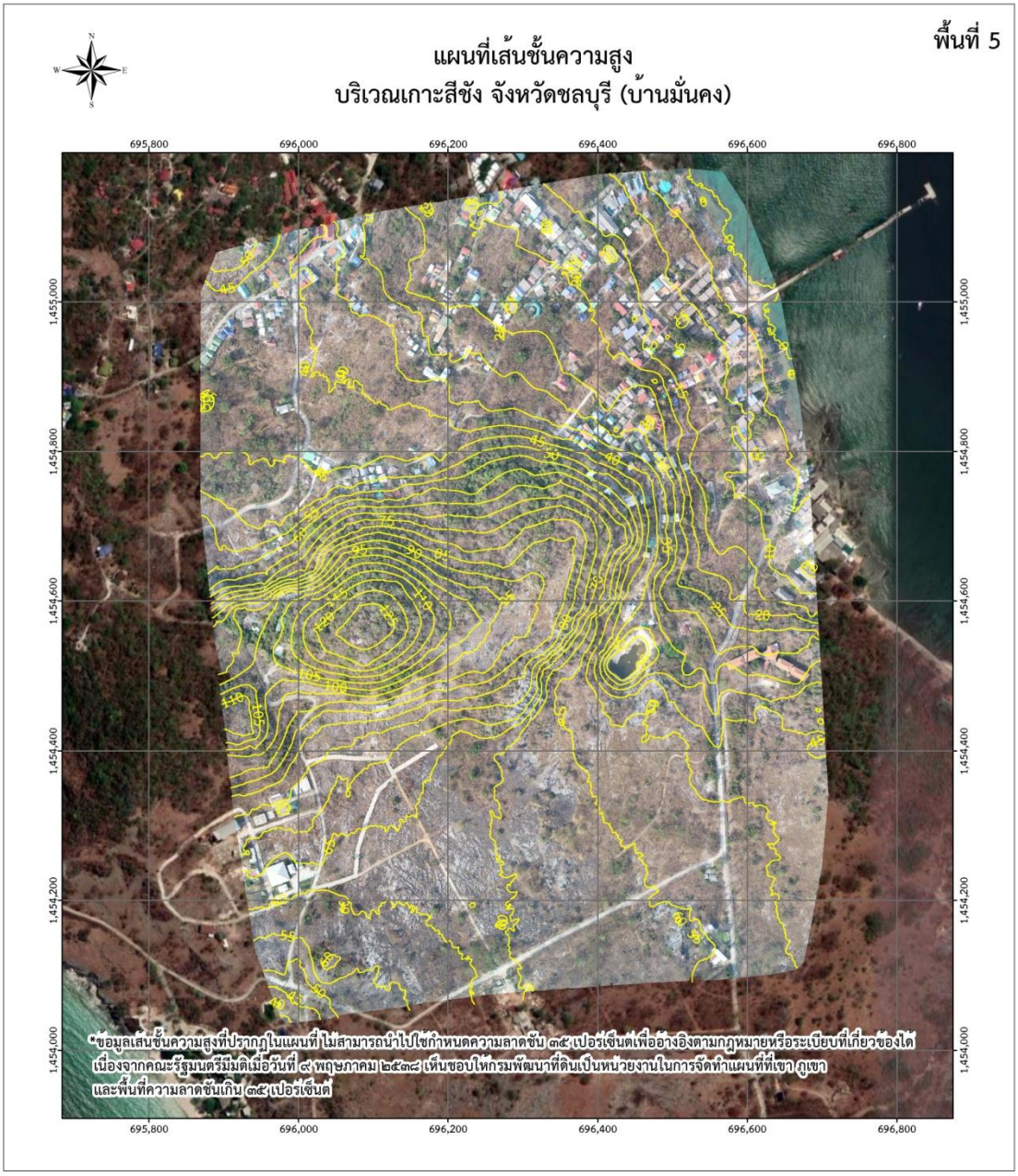
บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่เส้นชั้นความสูง
บริเวณเกาะสีชัง (แหลมถ้ำพัง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:5,000 0 85 170 340 510 680 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง (บ้านมั่งคง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓



WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:5,000 0 85 170 340 510 680 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่เส้นชั้นความสูง
บริเวณเกาะสีชัง (บ้านมั่งคง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:3,000 0 50 100 200 300 400 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 20 - 28 มกราคม 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณเกาะสีชัง (แหลมสีชัง) อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

WGS 1984 UTM ZONE 47 N	1:13,000 0 225 450 900 1,350 1,800 Meters

บินถ่ายภาพ ณ วันที่ 5 -11 กุมภาพันธ์ 2563
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
บริเวณพื้นที่เขาใหญ่ อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ระหว่างวันที่ ๕ – ๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

ตัวอย่างแผนที่ภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ
ที่สาธารณประโยชน์ แปลง “หนองทุ่งซิ่ง” อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง
ระหว่างวันที่ ๕ – ๘ มีนาคม ๒๕๖๓

ประกาศกระทรวงคมนาคม
เรื่อง
“หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือ ปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. ๒๕๕๘”

ประกาศกระทรวงคมนาคม

เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก

พ.ศ. ๒๕๕๘

โดยที่มาตรา ๒๔ แห่งพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. ๒๔๙๗ กำหนดให้รัฐมนตรีมีอำนาจอนุญาตและกำหนดเงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม จึงออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. ๒๕๕๘”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ในประกาศนี้

“อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก” หมายความว่า อากาศยานที่ควบคุมการบินโดยผู้ควบคุมการบินอยู่ภายนอกอากาศยานและใช้ระบบควบคุมอากาศยาน ทั้งนี้ ไม่รวมถึงเครื่องบินเล็กซึ่งใช้เป็นเครื่องเล่นตามกฎกระทรวงกำหนดวัตถุซึ่งไม่เป็นอากาศยาน พ.ศ. ๒๕๔๘

“ระบบควบคุมอากาศยาน” หมายความว่า ชุดอุปกรณ์อันประกอบด้วยเครื่องเชื่อมโยงคำสั่งควบคุมหรือการบังคับอากาศยาน รวมทั้งสถานีหรือสถานที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เหล่านี้หรือเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการบินจากภายนอกและตัวอากาศยานด้วย

ข้อ ๔ อากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกตามประกาศนี้แบ่งเป็น ๒ ประเภท ดังนี้

(๑) ประเภทที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเล่นเป็นงานอดิเรก เพื่อความบันเทิง หรือเพื่อการกีฬา แบ่งออกเป็น ๒ ขนาด คือ

(ก) ที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๒ กิโลกรัม

(ข) ที่มีน้ำหนักเกิน ๒ กิโลกรัมแต่ไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัม

(๒) ประเภทที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกจาก (๑) ที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัม ดังต่อไปนี้

(ก) เพื่อการรายงานเหตุการณ์หรือรายงานการจราจร (สื่อมวลชน)

(ข) เพื่อการถ่ายภาพ การถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน์

(ค) เพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน

(ง) เพื่อการอื่น ๆ

ข้อ ๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมอนุญาตให้บังคับหรือปล่อยอากาศยานที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๒ กิโลกรัม ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเล่นเป็นงานอดิเรก เพื่อความบันเทิง หรือเพื่อการกีฬาตามข้อ ๔ (๑) (ก) ได้ โดยผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องมีอายุเกินกว่า ๑๘ ปีบริบูรณ์ เว้นแต่จะมีผู้แทนโดยชอบธรรมควบคุมดูแล และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

(๑) ก่อนทำการบิน

(ก) ตรวจสอบว่าอากาศยานอยู่ในสภาพที่สามารถทำการบินได้อย่างปลอดภัย ซึ่งรวมถึงตัวอากาศยานและระบบควบคุมอากาศยาน

(ข) ได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่ที่จะทำการบิน

(ค) ทำการศึกษาพื้นที่และชั้นของห้วงอากาศที่จะทำการบิน

(ง) มีแผนฉุกเฉิน รวมถึงแผนสำหรับกรณีเกิดอุบัติเหตุ การรักษาพยาบาล และการแก้ปัญหากรณีไม่สามารถบังคับอากาศยานได้

(๒) ระหว่างทำการบิน

(ก) ห้ามทำการบินในลักษณะที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย ทรัพย์สิน และรบกวนความสงบสุขของบุคคลอื่น

(ข) ห้ามทำการบินเข้าไปในบริเวณเขตห้าม เขตกำกัด และเขตอันตรายตามที่ประกาศในเอกสารแถลงข่าวการบินของประเทศไทย (Aeronautical Information Publication – Thailand หรือ AIP – Thailand) รวมทั้ง สถานที่ราชการ หน่วยงานของรัฐ โรงพยาบาล เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากหน่วยงานเจ้าของพื้นที่

(ค) แนวการบินขึ้นลงของอากาศยานจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง

(ง) ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องสามารถมองเห็นอากาศยานได้ตลอดเวลาที่ทำการบิน และห้ามทำการบังคับอากาศยานโดยอาศัยชุดกล้องบนอากาศยานหรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียง

(จ) ต้องทำการบินในระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตก ซึ่งสามารถมองเห็นอากาศยานได้อย่างชัดเจน

(ฉ) ห้ามทำการบินเข้าใกล้หรือเข้าไปในเมฆ

(ช) ห้ามทำการบินภายในระยะเก้ากิโลเมตร (ห้าไมล์ทะเล) จากสนามบินหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวของอากาศยาน เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของหรือผู้ดำเนินการสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาต

(ซ) ห้ามทำการบินโดยใช้ความสูงเกินเก้าสิบเมตร (สามร้อยฟุต) เหนือพื้นดิน

(ฌ) ห้ามทำการบินเหนือเมือง หมู่บ้าน ชุมชน หรือพื้นที่ที่มีคนมาชุมนุมอยู่

(ญ) ห้ามบังคับอากาศยานเข้าใกล้อากาศยานซึ่งมีนักบิน

(ฎ) ห้ามทำการบินละเมิดสิทธิส่วนบุคคลของผู้อื่น

(ฏ) ห้ามทำการบินโดยก่อให้เกิดความเดือดร้อน ความรำคาญ แก่ผู้อื่น

(ฐ) ห้ามส่งหรือพาวัตถุอันตรายตามที่กำหนดในกฎกระทรวงหรืออุปกรณ์ปล่อยแสงเลเซอร์ติดไปกับอากาศยาน

(ฑ) ห้ามทำการบินโดยมีระยะห่างในแนวราบกับบุคคล ยานพาหนะ สิ่งก่อสร้างหรืออาคาร น้อยกว่าสามสิบเมตร (หนึ่งร้อยฟุต)

เมื่อปรากฏว่า ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานไม่สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดข้างต้นได้ ให้ระงับการบังคับหรือปล่อยอากาศยาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาตตามข้อ ๑๗

ข้อ ๖ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมอนุญาตให้บังคับหรือปล่อยอากาศยานที่มีน้ำหนักเกินกว่า ๒ กิโลกรัมแต่ไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัม ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเล่นเป็นงานอดิเรก เพื่อความบันเทิง หรือเพื่อการกีฬาตามข้อ ๔ (๑) (ข) ได้ เมื่อผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานมีคุณสมบัติและลักษณะตามข้อ ๗ และได้ขึ้นทะเบียนตามข้อ ๘ โดยผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดตามข้อ ๙

ข้อ ๗ ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานตามข้อ ๖ ต้องมีคุณสมบัติและลักษณะ ดังต่อไปนี้

(๑) มีอายุไม่ต่ำกว่ายี่สิบปีบริบูรณ์

(๒) ไม่เป็นผู้มีพฤติการณ์อันเป็นภัยต่อความมั่นคงของประเทศ

(๓) ไม่เคยต้องโทษจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุกในความผิดตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติด หรือกฎหมายว่าด้วยศุลกากร

ข้อ ๘ ให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานตามข้อ ๖ ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนต่ออธิบดีพร้อมด้วยเอกสารและหลักฐานแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(๑) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทาง

(๒) สำเนาทะเบียนบ้าน

(๓) แบบ ยี่ห้อ หมายเลขประจำตัวเครื่อง จำนวน และสมรรถนะของอากาศยาน รวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

(๔) สำเนากรมธรรม์ประกันภัย ซึ่งคุ้มครองความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สาม วงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง

(๕) วัตถุประสงค์ของการใช้อากาศยาน

(๖) ขอบเขตของพื้นที่ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่จะทำการบิน

(๗) ข้อมูลติดต่อของผู้ยื่นคำขอลงทะเบียน

(๘) คำรับรองว่าผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานมีคุณสมบัติและลักษณะตามข้อ ๗

ข้อ ๙ ให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานที่ได้ขึ้นทะเบียนตามข้อ ๘ แล้ว ปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(๑) ก่อนทำการบิน

(ก) ดำเนินการตาม ข้อ ๕ (๑) (ก) ถึง (ง)

(ข) มีการบำรุงรักษาตามคู่มือของผู้ผลิต

(ค) มีความรู้ความชำนาญในการบังคับอากาศยานและระบบของอากาศยาน

(ง) มีความรู้ความเข้าใจในกฎจราจรทางอากาศ

(จ) นำหนังสือหรือสำเนาหนังสือการขึ้นทะเบียนติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน

(ฉ) มีอุปกรณ์ดับเพลิงที่สามารถใช้งานได้ติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน

(ช) มีการทำประกันภัยสำหรับความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สาม วงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง

(๒) ระหว่างทำการบิน

(ก) ดำเนินการตาม ข้อ ๕ (๒) (ก) ถึง (ฐ)

(ข) ห้ามทำการบินโดยมีระยะห่างในแนวราบกับบุคคล ยานพาหนะ สิ่งก่อสร้าง อาคาร ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการบินน้อยกว่าห้าสิบเมตร (หนึ่งร้อยห้าสิบฟุต)

(ค) เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นแก่อากาศยาน ให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานแจ้งอุบัติเหตุนั้นต่อพนักงานเจ้าหน้าที่โดยไม่ชักช้า

เมื่อปรากฏว่า ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้อธิบดีมีอำนาจสั่งให้แก้ไขการกระทำนั้นภายในระยะเวลาที่กำหนด หากไม่ดำเนินการหรือการฝ่าฝืนหรือการไม่ปฏิบัติดังกล่าวจะก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัย ให้อธิบดีมีอำนาจสั่งเพิกถอนการขึ้นทะเบียนตามข้อ ๖ ได้

ข้อ ๑๐ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมอนุญาตให้บังคับหรือปล่อยอากาศยานที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัม ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นตามข้อ ๔ (๒) ได้ เมื่อผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานมีคุณสมบัติและลักษณะตามข้อ ๑๑ และได้ขึ้นทะเบียนตามข้อ ๑๒ โดยผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดตามข้อ ๑๓

ข้อ ๑๑ ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานตามข้อ ๑๐ ต้องมีคุณสมบัติและลักษณะ ดังต่อไปนี้

(๑) เพื่อการรายงานเหตุการณ์หรือรายงานการจราจร (สื่อมวลชน) ต้องเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์และดำเนินการด้านสื่อสารมวลชน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร วิทยุ และโทรทัศน์ เป็นต้น

(๒) เพื่อการถ่ายภาพ การถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน์ ต้องเป็น

(ก) บุคคลธรรมดา

๑) มีอายุไม่ต่ำกว่ายี่สิบปีบริบูรณ์

๒) ไม่เป็นผู้มีพฤติการณ์อันเป็นภัยต่อความมั่นคงของประเทศ

๓) ไม่เคยต้องโทษจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุกในความผิดตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดหรือกฎหมายว่าด้วยศุลกากร

(ข) นิติบุคคล ซึ่งผู้แทนนิติบุคคลและผู้จัดการของนิติบุคคลนั้น มีคุณสมบัติตาม (ก)

(๓) เพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน ต้องเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์และดำเนินการเพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน

(๔) เพื่อการอื่น ต้องมีคุณสมบัติและลักษณะตาม (๒) (ก) (ข)

ข้อ ๑๒ ให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานตามข้อ ๑๐ ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนต่ออธิบดีพร้อมด้วยเอกสารและหลักฐานแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(๑) กรณีผู้ขอขึ้นทะเบียนเป็นนิติบุคคล

(ก) หนังสือรับรองหรือหลักฐานการเป็นนิติบุคคล ซึ่งแสดงรายการเกี่ยวกับชื่อ วัตถุประสงค์ที่ตั้งสำนักงาน และผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคลที่เป็นปัจจุบัน โดยมีคำรับรองของผู้มีอำนาจให้คำรับรองตามกฎหมายไม่เกินสามสิบวัน นับแต่วันที่ออกหนังสือรับรองหรือหลักฐานนั้น

(ข) บัญชีรายชื่อหุ้นส่วนผู้จัดการหรือกรรมการผู้จัดการ และผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี)

(ค) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของบุคคลตาม (ข)

(ง) รายชื่อของผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานและบุคคลอื่นที่จำเป็นต้องมีในการปฏิบัติการบินของอากาศยาน

(จ) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนและสำเนาทะเบียนบ้าน รวมทั้งเอกสารแสดงความยินยอมของบุคคลตาม (ง)

(ฉ) แบบ ยี่ห้อ หมายเลขประจำตัวเครื่อง จำนวน และสมรรถนะของอากาศยาน รวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

(ช) สำเนากรมธรรม์ประกันภัย ซึ่งคุ้มครองความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สาม วงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง

(ซ) วัตถุประสงค์ของการใช้อากาศยาน

(ฌ) ขอบเขตของพื้นที่ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่จะทำการบิน

(ฎ) ข้อมูลติดต่อของผู้ยื่นคำขอลงทะเบียน

(ฏ) คำรับรองว่าผู้แทนนิติบุคคลและผู้จัดการของนิติบุคคล มีคุณสมบัติและลักษณะตามข้อ ๑๑ (๒)

(๒) กรณีผู้ขอขึ้นทะเบียนเป็นบุคคลธรรมดา

(ก) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทาง

(ข) สำเนาทะเบียนบ้าน

(ค) รายการตาม (๑) (ฉ) ถึง (ฏ)

ข้อ ๑๓ ให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานที่ได้ขึ้นทะเบียนตามข้อ ๑๒ แล้ว ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในข้อ ๙ โดยอนุโลม

ข้อ ๑๔ เมื่ออธิบดีได้รับคำขอขึ้นทะเบียนตามข้อ ๘ หรือข้อ ๑๒ แล้ว ให้อธิบดีตรวจสอบคุณสมบัติและลักษณะของผู้ขอตามที่กำหนดในข้อ ๗ หรือข้อ ๑๑ รวมทั้งเอกสารหลักฐานตามที่กำหนดในข้อ ๘ หรือข้อ ๑๒ แล้วแต่กรณี

หากตรวจสอบตามวรรคหนึ่งแล้ว เห็นว่าผู้ขอมีคุณสมบัติและลักษณะ รวมทั้งเอกสารหลักฐานถูกต้องครบถ้วน ให้อธิบดีออกหนังสือการขึ้นทะเบียนมอบไว้แก่ผู้ขอ หรือมิฉะนั้น ให้อธิบดียกคำขอและแจ้งให้ผู้ขอทราบ ทั้งนี้ ไม่ตัดสิทธิผู้ขอที่จะยื่นคำขอใหม่

ข้อ ๑๕ หนังสือการขึ้นทะเบียนตามข้อ ๑๔ ให้มีอายุสองปี นับแต่วันที่ออกหนังสือ

ข้อ ๑๖ เมื่อผู้ได้รับหนังสือการขึ้นทะเบียนประสงค์จะใช้อากาศยานที่ขึ้นทะเบียนไว้ต่อไป ให้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนตามข้อ ๘ หรือข้อ ๑๒ แล้วแต่กรณี ต่ออธิบดี ก่อนวันที่หนังสือการขึ้นทะเบียนสิ้นอายุไม่น้อยกว่าสามสิบวัน

ข้อ ๑๗ ในกรณีที่ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานไม่สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขตามที่กำหนดในข้อ ๕ ข้อ ๙ และ ข้อ ๑๓ และมีหนังสือแจ้งให้อธิบดีทราบแล้ว ให้อธิบดีมีอำนาจอนุญาตให้ผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานปฏิบัติแตกต่างไปจากที่กำหนดได้ ทั้งนี้ อธิบดีอาจกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดเพิ่มเติมเพื่อความปลอดภัยไว้ด้วยก็ได้

ข้อ ๑๘ ผู้ใดประสงค์จะบังคับหรือปล่อยอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน ๒๕ กิโลกรัม ให้ยื่นขออนุญาตต่ออธิบดีเป็นกรณีไป และจะบังคับหรือปล่อยอากาศยานได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด

ประกาศ ณ วันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

พลอากาศเอก ประจิน จั่นตอง

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม