



ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)

งานจ้างสำรวจเพื่อปรับปรุงแผนที่และจัดทำแนวเขต 3 โครงการ
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคิริธาร อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี,
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำทุ่งเพล อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี
และโครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยประทาว อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ

กลุ่มบริหารจัดการพลังงานทดแทน กองพัฒนาพลังงานทดแทน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม) งานจ้างสำรวจเพื่อปรับปรุงแผนที่และจัดทำแนวเขต 3 โครงการ

1. การสำรวจโยงค่าพิกัดและค่าระดับ

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่าพิกัดและ / หรือค่าระดับของหมุดหลักฐานที่สร้างขึ้นใหม่ในเขตงานซึ่งจะใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับงานสำรวจทำแผนที่ งานสำรวจทางด้านวิศวกรรม และงานสำรวจเพื่อการก่อสร้างโครงการนั้น

1.2 ลักษณะของงาน

1.2.1 งานสร้างหมุดหลักฐานถาวร (MONUMENTING)

1.2.1.1 การเลือกที่ตั้งหมุดหลักฐาน

ตำแหน่งที่สร้างหมุดหลักฐานต้องพิจารณาเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้หมุดหลักฐานที่สร้างขึ้นมีความมั่นคง ข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งมีดังนี้

- เป็นตำแหน่งที่มั่นคง แข็งแรง พื้นดินมีการอัดตัวแน่น
- เป็นตำแหน่งที่ยากแก่การทำลาย ควรเลือกสร้างในสถานที่ราชการ วัด โรงเรียนหรือบริเวณที่คาดว่าจะไม่มีการก่อสร้างที่เป็นอุปสรรคในการใช้หมุดที่สร้างขึ้นไม่ควรสร้างหมุดหลักฐานถาวรบนไหล่ถนน เพราะอาจถูกทำลายได้ง่าย
- เป็นตำแหน่งที่เด่นชัดง่ายต่อการค้นหา
- หมุดคู่ที่สร้างขึ้นต้องไม่มีสิ่งอื่นมาบังแนวเล็ง ระยะระหว่างหมุดประมาณ 200–500 ม.
- กรณีของการสร้างหมุดหลักฐานเพื่อรังวัดพิกัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ให้เลือกตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งจะต้องอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง เพื่อให้สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมที่โคจรอยู่บนท้องฟ้าได้ทุกทิศทาง

1.2.1.2 วัสดุและวิธีการสร้างหมุดหลักฐาน

วัสดุที่สร้างหมุดหลักฐานส่วนใหญ่ จะเป็นคอนกรีตที่มีส่วนผสมระหว่าง ปูน – หิน – หิน เป็นอัตราส่วน 1 : 2 : 4 ส่วน วิธีการสร้างแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

- นำวัสดุไปหล่อในภูมิประเทศ ณ ตำแหน่งที่เลือกตามลักษณะในข้อ 1.2.1.1
- หล่อหมุดคอนกรีตตามแบบมาตรฐานของสำนักสำรวจฯ ไว้ก่อนแล้วนำไปฝัง
- กรณีที่มีวัตถุธรรมชาติหรือสิ่งก่อสร้างที่มั่นคง เช่น บนยอดเขาที่มีก้อนหินใหญ่อาคารคอนกรีต หรือ คอสะพานรถไฟ สามารถใช้เป็นที่สร้างหมุดได้โดยสกดลงไปให้ลึกประมาณ 3 – 5 นิ้ว เทคอนกรีตและใช้หัวน็อตเหล็กหรือหมุดทองเหลืองเป็น หัวหมุด

1.2.1.3 แบบของหมุดหลักฐาน

เพื่อให้หมุดหลักฐานถาวรของงานทุกชนิด และทุกหน่วยงานมีแบบมาตรฐานเดียวกันจึงกำหนดแบบหมุดหลักฐานถาวรของสำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา เป็น 3 แบบ มีลักษณะรูปร่างและขนาดตาม ผวนก ก. ดังนี้

- หมุดหลักฐานถาวรแบบ ก.

เป็นหมุดหล่อด้วยคอนกรีตสองชั้น ผิวหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีหัวหมุดทำด้วยทองเหลือง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. ขนาดของหมุด $0.60 \times 0.60 \times 0.70$ ม. ดอกเข็มไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $3'' \times 1$ ม. จำนวน 4 ต้น

- หมุดหลักฐานถาวรแบบ ข.

เป็นหมุดหล่อด้วยคอนกรีต ผิวหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีหัวหมุดทำด้วยโลหะอยู่ตรงกลาง ขนาดของหมุด $0.30 \times 0.30 \times 0.50$ ม. ตอกเข็มไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $3'' \times 1$ ม. จำนวน 4 ต้น

- หมุดหลักฐานถาวรแบบ ค.

เป็นหมุดหล่อด้วยคอนกรีต มี 2 ลักษณะ คือ

(1) หมุดท่อกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.10×0.30 ม.

(2) หมุดสี่เหลี่ยม ขนาด $0.15 \times 0.15 \times 0.30$ ม.

บนผิวหน้าของหมุด ทั้ง 3 แบบ ให้ระบุชื่อย่อของกรมฯ โดยใช้คำว่า “พพ.” และหมายเลขหมุด พร้อมกับอักษรเต็มหรือย่อของโครงการนั้น โดยให้ตัวอักษรชี้ไปทางทิศเหนือ

กรณีที่ไม่สามารถสร้างหมุดหลักฐานถาวรได้ ให้ใช้หมุดชั่วคราว (TBM : Temporary Bench Mark) ให้ใช้หมุดไม้ขนาด $1'' \times 1''$ ยาว 10 – 20 ซม. หรือ ตะปูขนาด $3''$ ตอกลงบนพื้นดิน หรือ ผิวถนน ตามตำแหน่งที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน

1.2.1.4 หมายพยาน (REFERENCE MARKS)

เพื่อความสะดวกในการค้นหา หมุดหลักฐานถาวรแต่ละหมุด จะต้องมีความหมายพยานอย่างน้อย 2 แห่ง หมายพยานนี้อาจจะเป็นสิ่งก่อสร้างถาวร หรือวัตถุตามธรรมชาติที่เด่นชัด ซึ่งอยู่ใกล้หมุดในรัศมีประมาณ 30 ม. วัตถุหมายพยานเหล่านี้คาดว่าจะไม่ถูกทำลายหรือสูญหายไป เช่น ต้นไม้ใหญ่ มุมบ้าน เสาธง และสามารถวัดระยะระหว่างหมุดกับหมายพยานได้โดยตรง ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถหาตำแหน่งของหมุดโดยวิธีสัณทกกลับได้ ในกรณีที่หมุดหลักฐานถูกดินกลบหรือถูกทำลายไป

1.2.1.5 แบบแสดงรายละเอียดหมุดหลักฐาน (DESCRIPTIONS)

แบบแสดงรายละเอียดหมุดหลักฐาน เป็นแบบบันทึกรายละเอียดที่ตั้งและข้อมูลที่สำคัญของหมุดหลักฐาน เพื่อให้สามารถค้นหาหมุดหลักฐานนั้นได้ง่าย ข้อความอธิบายรายละเอียดในแบบแสดงที่ตั้งหมุดหลักฐานต้องสั้น กระชับ มีใจความที่สมบูรณ์และเป็นแบบเดียวกัน ภาพสเก็ตที่ตมหมุดจะต้องชัดเจน มีรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับค้นหาหมุดเท่านั้น เช่น แสดงวัตถุถาวรที่มีลักษณะเด่นตามธรรมชาติ การแสดงทิศทางต้องถูกต้อง รายละเอียดในแบบประกอบด้วย

- ตำแหน่งทั่วไป ระบุบริเวณที่ตั้งของหมุด สถานที่ตั้งของหมุด ตำบล อำเภอ จังหวัดรวมทั้งเส้นทางในการเข้าถึงหมุด โดยเริ่มจากจุดที่หาง่ายที่สุด

- ตำแหน่งที่แน่นอน ระบุวัตถุถาวรหรือกึ่งถาวรที่ใกล้เคียงที่สุด เช่น อาคารเรียน เสาธง รางประปา ต้นไม้ใหญ่

- ลักษณะของหมุดหลักฐาน เช่น เป็นหมุดหลักฐานถาวรแบบ ข. หมุดสัณทกบนก้อนหิน

- หมายพยาน แสดงลักษณะของหมายพยาน ทิศทาง และระยะจากหมุดไปยังหมายพยาน

- หมุดคู่ ให้แสดงตำแหน่งและทิศทางของหมุดคู่ไว้เพื่อสะดวกในการใช้งาน

เมื่องานสำรวจของโครงการเสร็จลงแล้ว ให้ตรวจสอบและเพิ่มเติมรายละเอียดข้อความต่างๆ ในแบบให้สมบูรณ์ พร้อมทั้งทำบัญชีค่าพิกัดและ/หรือค่าระดับของหมุดทุกหมุด รวมทั้งแผนที่สารบัญแสดงตำแหน่งของหมุด และภาพถ่ายของหมุด แล้วรวบรวมส่งให้หน่วยงานที่รับผิดชอบ เก็บเป็นหลักฐานไว้ใช้งานต่อไป

1.2.2 งานสำรวจโยงค่าพิกัด

1.2.2.1 งานรังวัดพิกัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

เป็นวิธีการรังวัดเพื่อกำหนดตำแหน่งจากดาวเทียม จี พี เอส (GPS : Global Positioning System) หรือระบบดาวเทียมอื่น โดยนำเครื่องรังวัดไปตั้งรับสัญญาณที่ตำแหน่งหมุดหลักฐานหรือจุดที่ต้องการหาพิกัด ตามเส้นโครงข่ายการรังวัดที่ได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า แล้วนำผลการรังวัดมาประมวลผล และปรับแก้โครงข่าย ค่าพิกัดที่คำนวณได้ต้องมีค่าพิกัดทางยี่ห้อเดซี (Geodetic Coordinates) และค่าพิกัดกริด ยูทีเอ็ม (UTM : Universal Transverse Mercator) บนพื้นหลักฐานสากล WGS 84 (World Geodetic System 1984) และบนพื้นหลักฐานอินเดีย 2518 (Indian 1975 Datum)

1.2.2.2 งานวงรอบ (Traverse)

เป็นวิธีการรังวัด เพื่อกำหนดหาพิกัดตำแหน่งของจุดต่างๆ โดยการวัดมุมและวัดระยะที่เชื่อมต่อกันระหว่างจุดในลักษณะต่อเนื่องกัน ค่าพิกัดต้องคำนวณเป็นค่าพิกัดกริด ยูทีเอ็ม บนพื้นหลักฐานอินเดีย 2518 หรือพื้นหลักฐาน WGS 84

1.2.3 งานสำรวจโยงค่าระดับ (Spirit Levelling)

เป็นวิธีการรังวัดเพื่อกำหนดหาค่าระดับความสูง (กำหนดสูง – ผท.ทหาร) ของหมุดหลักฐานหรือจุดต่างๆ ซึ่งอ้างอิงกับพื้นระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก. : MEAN SEA LEVEL) โดยการวัดค่าต่างระดับต่อเนื่องจาก จุด ถึง จุด ด้วยกล้องระดับและไม้แบ่งส่วน

2. การสำรวจทำแผนที่ทางพื้นดิน

2.1 งานสำรวจรายละเอียดภูมิประเทศ เพื่อทำแผนที่มาตราส่วน 1 : 4,000 หรือมาตราส่วน 1 : 5,000 เส้นชั้นความสูงชั้นละ 25 ซม. โดยใช้แผนที่ภาพถ่าย มาตราส่วน 1 : 4,000 หรือ 1 : 5,000 ประกอบการสำรวจจุดระดับภูมิประเทศ (Spot Height Survey)

2.1.1 วัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจทำแผนที่รายละเอียด และระดับความสูงของภูมิประเทศ ในกรณีต่อไปนี้

เพื่อทำแผนที่สำหรับแสดงรายละเอียดภูมิประเทศ ขอบเขตของโครงการในพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำ แนวท่อส่งน้ำ แนวสายส่งไฟฟ้าหรือพื้นที่ที่มีบริเวณกว้าง โดยอาศัยกรรมวิธีการผลิตแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetry) ผลิตเป็นแผนที่ภาพตัดแก้ (Rectified Photo) หรือแผนที่ภาพออร์โธ (Ortho Photo) มาตราส่วน 1 : 4,000 หรือมาตราส่วน 1 : 5,000 แล้วนำแผนที่นี้ไปสำรวจระดับภูมิประเทศของจุดต่างๆ ที่เห็นเด่นชัดบนแผนที่ โดยวิธี Identify นำมาเขียนเส้นชั้นความสูงชั้นละ 25 ซม. ต่อไป

2.1.2 ลักษณะของงาน

2.4.2.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

- จัดหาแผนที่สารบัญ (Index Map) มาตราส่วน 1 : 50,000 หรือเล็กกว่า มากำหนดขอบเขตพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ
- จัดหาภาพตัดแก้มาตราส่วน 1 : 4,000 หรือ 1 : 5,000 มากำหนดขอบเขตที่จะต้องสำรวจของแต่ละภาพให้ต่อเนื่องกัน
- กำหนดขอบเขตบล็อกใหญ่ (Main Block) ลงในภาพขนาดพื้นที่ไม่เกิน 1,000 ไร่ตามแนวทิศเหนือ – ใต้ และตะวันออก – ตก โดยประมาณ หรืออาศัยแนวถนน ทางและแนวคลองส่งน้ำ เป็นขอบเขตบล็อก
- กำหนดขอบเขตบล็อกเล็ก (Sub Block) ลงในบล็อกใหญ่ ขนาดพื้นที่ไม่เกิน 30 ไร่ โดยอาศัยคั่นนาที่เห็นเด่นชัด หรือกำหนดจากตารางเส้นกริด

- จัดหาค่าพิกัด ค่ำระดับ และหมายพยานของหมุดหลักฐานในบริเวณที่จะทำการสำรวจหรือบริเวณใกล้เคียง เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง

- พล็อตค่าพิกัดและค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงในภาพตัดแก็และแผนที่สารบัญ
- คำนวณปริมาณงานที่ต้องดำเนินการ เพื่อดำเนินการประมาณและวางแผนงานสำรวจ
- จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์การสำรวจที่จำเป็นและเหมาะสมกับงาน

2.4.2.2 การฝังหมุดหลักฐาน

- ฝังหมุดหลักฐานถาวรแบบ ข. ทุกระยะ 4 กม. ในตำแหน่งที่มั่นคงและเหมาะสม
- ฝังหมุดหลักฐานถาวรแบบ ค. ทุกมุมบล็อกลึกใหญ่ ควรทำเป็น หมุดสกดพร้อมกับทำหมายพยานของหมุดไว้ด้วย

- ดอกหมุดไม้ขนาด 1"X1" ทุกมุมบล็อกลึกเล็ก และปักหลักไม้ ไว้เป็นที่หมาย

2.4.2.3 การรังวัดระดับ

- ฝังหมุดหลักฐานถาวรแบบ ข. ทุกระยะ 2 กม. ตามแนวเส้นฐาน
- โยงค่าระดับจากหมุดหลักฐานใกล้เคียงที่ทราบค่าแล้ว ไปยังหมุดหลักฐานที่สร้างไว้ทุกหมุดและหมุดไม้ เฉพาะตามแนวขอบเขตบล็อกลึกใหญ่ ด้วยวิธีการระดับชั้นที่ 3

- รังวัดค่าระดับของจุดที่เห็นเด่นชัดภายในบล็อกลึกเล็ก ให้มีจำนวนเพียงพอโดยถือเกณฑ์ระยะห่างของแต่ละจุดระดับประมาณ 60 – 80 ม. หรือขึ้นอยู่กับสภาพความลาดเทของภูมิประเทศ และค่าความสูงต่างของระดับแต่ละจุดไม่เกิน 25 ซม. ถ้าเกินจะต้องเพิ่มจุดระดับแทรก

- การอ่านค่าระดับให้อ่านสามสายใย และอ่านค่ามุมราบประกอบด้วย
- รังวัดค่าระดับ ตลิ่ง ชาย – ขวา – กลาง หลังคันของคูน้ำและหลังท่อลอด ท่อระบายน้ำ ฯลฯ
- การสำรวจระดับจะต้องออกและเข้าบรรจบหมุดหลักฐานอย่างน้อย 2 หมุด

2.4.2.4 การเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ

- จำแนกประเภทและนามศัพท์ของรายละเอียด ที่ปรากฏบนแผนที่ภาพถ่ายและเก็บรายละเอียดที่เกิดขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแปลงสภาพ ในภูมิประเทศ

2.4.2.5 การเขียนแผนที่

- การเขียนแผนที่แสดงรายละเอียดภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูงชั้นละ 25 ซม. เพื่อแสดงลักษณะความสูงต่ำของพื้นที่ภูมิประเทศ

- ในกรณีที่ส่งสัยการกำหนดจุดจากสนาม (โดยวิธี Identify) ให้นำค่ามุมและระยะมาตรวจสอบ
- เขียนค่าระดับของหมุดหลักฐาน และอาคารชลประทานต่างๆ ที่ได้รังวัดไว้

2.2 งานสำรวจรายละเอียดภูมิประเทศ เพื่อทำแผนที่มาตราส่วน มาตราส่วน 1 : 500 เส้นชั้นความสูง ชั้นละ 25 ซม.

2.2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทำแผนที่สำหรับแสดงรายละเอียดภูมิประเทศ ขอบเขตของโครงการในพื้นที่บริเวณอาคารสำนักงาน บ้านพัก โรงไฟฟ้า หรืออาคารสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ในมาตราส่วน 1 : 500

2.2.2 ลักษณะของงาน

2.6.2.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

- เตรียมงานโครงการ ที่สำนักออกแบบฯ กำหนดขอบเขตและที่ตั้งอาคารต่างๆ
- จัดหาค่าพิกัด ค่ำระดับและหมายพยานของหมุดหลักฐาน บริเวณใกล้เคียงเพื่อใช้ในการออกและเข้าบรรจบงาน

2.6.2.2 การสำรวจงานวงรอบและงานระดับ

- เลือกหาและกำหนดจุดศูนย์กลางของอาคารที่จะทำการก่อสร้างในภูมิประเทศ และต่อแนวเส้นฐานออกจากจุดศูนย์กลางออกไปข้างละ 100 ม. หรือจนสุดขอบเขตผังบริเวณ
- วางแนวเส้นฐานขอบเขตงานให้ตั้งฉากจากจุดปลายแนวศูนย์กลางทั้งสองข้างออกไปด้านละ 100 ม. หรือจนสุดขอบเขตผังบริเวณ และกรุยแนวเส้นฐานเชื่อมปลายทั้งสองข้างให้เป็นกรอบสี่เหลี่ยม
- สร้างหมุดหลักฐานถาวร แบบ ข. ในแนวศูนย์กลางอย่างน้อย 1 คู่ และผังหมุดหลักฐานถาวรแบบ ค. ที่ปลายทั้งสองของแนวศูนย์กลางอาคารสิ่งปลูกสร้าง และบริเวณขอบเขตผังบริเวณอีก 1 คู่
- โยงค่าพิกัด และค่าระดับ จากหมุดหลักฐานบริเวณใกล้เคียงที่ทราบค่าแล้ว ไปยังหมุดหลักฐานที่สร้างไว้ทุกหมุด โดยวิธีการวงรอบและระดับชั้นที่ 3
- วางแนววงรอบและระดับเลียบลำน้ำ โดยออกจากแนวศูนย์กลางไปทางเหนือและท้ายน้ำจนสุดขอบเขตผังบริเวณ
- กำหนดจุดเส้นซอย ทุกระยะ 10 ม. ตามแนวเส้นฐาน ตามลำน้ำ
- กรุยแนวเส้นซอยให้ตั้งฉากกับแนวเส้นฐาน จนสุดขอบเขตผังบริเวณ อีกด้านหนึ่งแล้วรังวัดระดับทุกระยะ 5 – 10 ม. หรือทุกจุดที่ระดับเปลี่ยนแปลงมาก

2.6.2.3 การเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ

- เก็บรายละเอียดพร้อมนามศัพท์ตามแนวทั้งสองข้างเส้นสำรวจ โดยวิธีออกฉากหรือส่องสก๊ตรายละเอียดต่อไปนี้
 - (1) อาคารสำคัญๆ เช่น สถานที่ราชการ วัด โรงเรียน หมู่บ้าน ป่าช้า โบสถ์ฝรั่ง เจดีย์ สะพาน อาคารชลประทาน แนวเหมือง ฝายราษฎร ฯลฯ
 - (2) รายละเอียดทั่วไป เช่น ไร่ นา ป่า สวน ลำน้ำ ลำห้วย หนอง บึง คลอง ที่ชายเลน เขตหมู่บ้าน เขตอุตสาหกรรม เขตป่าสงวน ฯลฯ
 - (3) ให้ใช้ภาพถ่ายประกอบในการลงรายละเอียด (ถ้ามี)

2.6.2.4 การรังวัดรูปตัดขวาง

- กำหนดตำแหน่งเพื่อสำรวจรูปตัดลำน้ำทุกระยะ 20 ม. ตามแนวศูนย์กลางลำน้ำไปทางด้านเหนือและท้ายน้ำ ข้างละไม่น้อยกว่า 2 รูป
- รังวัดระดับตามแนวรูปตัด ทุกระยะ 5 ม. และทุกจุดที่ภูมิประเทศเปลี่ยนแปลงมาก

2.6.2.5 การเขียนแผนที่

- เขียนแผนที่มาตราส่วน 1 : 500 แสดงรายละเอียดภูมิประเทศ และความสูงต่ำของพื้นที่ด้วยเส้นชั้นความสูง ชั้นละ 25 ซม.
- เขียนแผนที่แสดงรูปตัดของลำน้ำ มาตราส่วนทางตั้ง 1 : 100 ทางราบ 1 : 100

3. การสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

3.1 การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่าย (Photo Map)

3.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทำแผนที่ภาพถ่าย (Photo Map) สำหรับใช้ในงานสำรวจจุดระดับภูมิประเทศ (Spot Height Survey) ใช้เป็นหลักฐานประกอบในการตรวจสอบขอบเขตหรือแนวเขตของโครงการฯ นำมาซึ่งการแก้ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ของราษฎร และกิจการอื่น ๆ มีสองชนิด ได้แก่ แผนที่ภาพดัดแก้ (Rectified Photo Map) ในพื้นที่ที่มีลักษณะ

ภูมิประเทศเป็นที่ราบหรือค่อนข้างราบ และแผนที่ภาพออร์โธ (Orthophoto Map) ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกเนินและภูเขา

3.1.2 ลักษณะของงาน

3.1.2.1 การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้ ด้วยเครื่องมือแบบเชิงกล มาตรฐาน 1:4,000 หรือ 1:10,000

(1) การเตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตรฐาน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาภาพถ่ายทางอากาศให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการโดยให้มีมาตรฐานภาพถ่ายสัมพันธ์กับมาตรฐานแผนที่ และเส้นชั้นความสูงของแผนที่ ที่ต้องการจัดทำ
- จัดทำแผนที่ดัชนีภาพถ่าย (Photo Index)
- คัดลอกค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงบนแผนที่ มาตรฐาน 1:50,000 ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมแนบหมายเหตุหลักฐาน (Description) ที่ฝ่ายสำรวจงานหมุดหลักฐานดำเนินการไว้แล้ว
- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ พร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย

(2) ดำเนินงานในสนาม

- กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายทางราบในภูมิประเทศ ให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้บนภาพถ่าย แล้วปรุจุดด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อและเครื่องหมายกำกับด้านหน้าภาพ เขียนแผนที่สังเขปโดยรอบจุดให้ชัดเจนด้านหลังภาพ ตอกหมุดไม้ ๓ นิ้ว ตำแหน่งจุดที่ปรุลงบนภูมิประเทศ และทำหมายเหตุให้สังเกตเห็นได้ง่าย
- สำรวจหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ (Horizontal Control Point) โดยวิธีการวงรอบชั้นที่ 3 หรือวิธีการอื่น ที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน

(3) การขยายจุดบังคับภาพถ่ายเพื่อการผลิตแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้

- กำหนดบริเวณภาพถ่ายจำนวน 3 บริเวณในแนวกลางภาพถ่ายโดยใช้กล้องมองภาพสามมิติเพื่อกำหนดจุดบังคับภาพถ่ายจำนวน 3 ตำแหน่ง
- กำหนดบริเวณบนมุมทั้งสี่ของภาพถ่ายจำนวน 4 บริเวณ โดยให้มีระยะห่างจากมุมภาพถ่ายไม่น้อยกว่า 2 นิ้วในแนวทแยง เพื่อกำหนดจุดควบคุมการปรับแก้ภาพถ่าย จำนวน 4 ตำแหน่ง
- ปรุตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่าย และจุดควบคุมการปรับแก้ภาพถ่ายในบริเวณที่เลือกบนแผ่นฟิล์มไดอาพอซิทีฟ ด้วยเครื่องปรุจุดที่สามารถสร้างภาพสามมิติ โดยเลือกตำแหน่งที่อยู่บนพื้นดิน ราบและเป็นทีโล่ง
- รังวัดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายบนแบบจำลองภูมิประเทศ (Model Coordinate) ด้วยเครื่องเขียนแผนที่ ทำการคำนวณและแสดงผลการรังวัดโดยกำหนด ความแตกต่างเชิงตำแหน่งของจุดบังคับภาพถ่าย ที่เป็นตำแหน่งเชื่อมระหว่างแบบจำลองสามมิติที่ต่อเนื่องกันตามเกณฑ์ของการขยายจุดบังคับภาพถ่าย
- คำนวณปรับแก้และตรวจสอบจุดบังคับภาพถ่าย เพื่อหาค่าพิกัดและค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่ายบนพื้นดิน (Terrain Coordinate) โดยวิธีการคำนวณทั้งทางราบและทางตั้ง แบบบล็อกของโมเดลอิสระ (Independent Model Block Adjustment) โดยให้ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 30 ไมครอน ที่มาตรฐานภาพถ่าย

(4) การผลิตแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้ (Rectified photo Map)

- เลือกรูปถ่าย และไดอะพอซีตีฟให้ครอบคลุมพื้นที่ขอบเขตงาน
- ถ่ายจุดควบคุมการปรับแก้ภาพถ่าย ลงบนไดอะพอซีตีฟตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยใช้เครื่องปรุจุด
- พล็อตตำแหน่งของจุดควบคุมการปรับแก้ภาพถ่าย ลงบนแผ่นพิกัดตามมาตราส่วน ของแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้ที่ต้องการ
- จัดภาพในเครื่องตัดแก้ เพื่อแก้ความคลาดเคลื่อนจากการเอียงของแกนกล้องและปรับมาตราส่วน
- ถ่ายภาพ (expose) เพื่อถ่ายทอดรายละเอียดภูมิประเทศจากไดอะพอซีตีฟลงบนฟิล์มเนกาตีฟ แล้วนำไปล้างในห้องปฏิบัติการภาพถ่าย
- ตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดทางราบ ของแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้ในแผ่นเนกาตีฟ และต่อระหว่างแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้
- ประกอบบรรทัด โดยลงค่าพิกัด และเขียนรายละเอียดขอบบรรทัดตามแบบที่สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยากำหนด
- พิมพ์เป็นภาพถ่ายตัดแก้ด้วยวัสดุต่างๆ เช่น กระดาษโบรไมด์ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

3.1.2.2 การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่ายเชิงเลข

(1) การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่ายเชิงเลข

ก) เตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาภาพถ่ายทางอากาศให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการโดยให้มีมาตราส่วนภาพถ่ายสัมพันธ์กับมาตราส่วนแผนที่ และเส้นชั้นความสูงของแผนที่ ที่ต้องการจัดทำ
- จัดทำแผนที่ดัชนีภาพถ่าย (Photo Index)
- คัดลอกค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงบนแผนที่ มาตราส่วน 1:50,000 ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมแนบหมายเหตุหลักฐาน (Description) ที่ฝ่ายสำรวจงานหมุดหลักฐานดำเนินการไว้แล้ว
- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางดิ่งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย

ข) การดำเนินงานในสนาม

- การสำรวจหาตำแหน่งพิกัดของจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ ดำเนินการสำรวจด้วยวิธีการวงรอบชั้นที่ 3 หรือ การสำรวจโดยวิธีอื่นๆ ที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน
- หาค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่ายทางดิ่ง ให้กำหนดตำแหน่งเป็นจุดเดียวกับจุดบังคับภาพถ่ายทางราบหรือใกล้เคียง โดยดำเนินการสำรวจด้วยวิธีต่างๆ ที่มีความคลาดเคลื่อนทางระดับอยู่ในเกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3

ค) จัดหาข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขความละเอียดจุดภาพ (Resolution) 30 ไมครอนหรือดีกว่า

ง) นำข้อมูลเข้า เช่น ข้อมูลชื่อโครงการ ระบบโปรเจกชันแผนที่ ชื่อภาพถ่าย ชื่อโมเดล ข้อมูลสอบเทียบกล้องภาพถ่าย จุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน เป็นต้น

จ) ขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Aerial Triangulation)

- ฝังวัดตำแหน่งจุดดัชนีภาพถ่าย (Fiducial Mark) จุดผ่าน จุดโยงยึด และจุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน กำหนดให้มีความแตกต่างเชิงตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบริเวณแบบจำลองสามมิติที่ต่อเนื่องกัน (Standardized Residuals) ไม่เกินครึ่งหนึ่งของความละเอียดจุดภาพ
- คำนวณปรับแก้และตรวจสอบจุดบังคับภาพถ่าย เพื่อหาค่าพิกัดและค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่ายบนพื้นดิน (Terrain Coordinate) โดยวิธีการคำนวณทั้งทางราบและทางตั้ง ตามกรรมวิธี (Bundle Block Adjustment) โดยให้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 30 ไมครอน เฉพาะค่าพิกัดทางราบที่มาตราส่วนภาพถ่าย

ฉ) ประมวลผลสร้างภาพตัดแก้

ช) ประกอบระวางแผนที่ภาพตามแบบมาตรฐานที่สำนักสำรวจกำหนด

ซ) พิมพ์แผนที่ภาพลงบนกระดาษตามมาตราส่วนที่ต้องการ และบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์

(2) การสำรวจทำแผนที่ภาพออร์โทเชิงเลข

ก) เตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาภาพถ่ายทางอากาศให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการโดยให้มีมาตราส่วนภาพถ่ายสัมพันธ์กับมาตราส่วนแผนที่ และเส้นชั้นความสูงของแผนที่ ที่ต้องการจัดทำ
- จัดทำแผนที่ดัชนีภาพถ่าย (Photo Index)
- คัดลอกค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงบนแผนที่ มาตราส่วน 1:50,000 ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมแนบหมายเหตุหลักฐาน (Description) ที่ฝ่ายสำรวจวางแผนหมุดหลักฐานดำเนินการไว้แล้ว
- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางตั้งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย

ข) ดำเนินงานในสนาม

● การสำรวจ จุดบังคับภาพถ่าย (Photo Control)

- กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายทางราบและทางตั้งในภูมิประเทศ ให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้บนภาพถ่ายแล้วปรุจุดด้วยเข็มปลายแหลมเขียนชื่อและเครื่องหมายกำกับด้านหน้าภาพ เขียนแผนที่สังเขปโดยรอบจุดให้ชัดเจนด้านหลังภาพ ตอกหมุดไม้ ๓ ตำแหน่งจุดที่ปรุ ลงในภูมิประเทศและทำหมายพยานให้สังเกตเห็นได้ง่าย
- สำรวจหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ (Horizontal Control Point) โดยวิธีการวงรอบชั้นที่ 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน
- สำรวจหาค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่าย (Vertical Control Point) โดยวิธีการทำระดับชั้น 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน

● การสำรวจจำแนกรายละเอียดและนามศัพท์

- อาคารสำคัญต่างๆ เช่น สถานที่ราชการ วัด โรงเรียน หมู่บ้าน ป่าช้า โบสถ์ เจดีย์ สะพาน อาคารชลประทาน แนวเหมือง คลองชลประทาน ฝาย ถนน ฯลฯ
- รายละเอียดทั่วไป เช่น ไร่ นา สวน ป่า ลำน้ำ หนองน้ำ แนวสายไฟแรงสูง คลอง บึง ที่ชายเลน เขตหมู่บ้าน เขตป่าสงวน เขตอุตสาหกรรม ฯลฯ

ค) จัดหาข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขความละเอียดจุดภาพ (Resolution) 30 ไมครอนหรือดีกว่า

ง) นำเข้าข้อมูล เช่น ข้อมูลชื่อโครงการ ระบบโปรเจกชันแผนที่ ชื่อภาพถ่ายชื่อโมเดล ข้อมูลสอบเทียบกล้องภาพถ่าย จุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน เป็นต้น

จ) ขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Aerial Triangulation)

- รังวัดตำแหน่งจุดดัชนีภาพถ่าย (Fiducial Mark) จุดผ่าน จุดโยงยึด และจุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน กำหนดให้มีความแตกต่างเชิงตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อระหว่างแบบจำลองสามมิติที่ต่อเนื่องกัน (Standardized Residuals) ไม่เกินครึ่งหนึ่งของความละเอียดจุดภาพ
- คำนวณปรับแก้และตรวจสอบจุดบังคับภาพถ่าย เพื่อหาค่าพิกัดและค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่ายบนพื้นดิน (Terrain Coordinate) โดยวิธีการคำนวณทั้งทางราบและทางตั้ง ตามกรรมวิธี (Bundle Block Adjustment) โดยให้ความคลาดเคลื่อน ไม่เกิน 30 ไมครอน เฉพาะค่าพิกัดทางราบที่มาตราส่วนภาพถ่าย

ฉ) ประมวลผลแบบจำลองภูมิประเทศ (Stereo Resampling)

ช) สร้างแบบจำลองระดับ เพื่อใช้กับความคลาดเคลื่อนทางตั้งของภาพออร์โท

- รังวัดและดิจิทัลไชน์จุด DTM หรือ Mass Points โดยกำหนดระยะระหว่างจุด 50x50 ม. บริเวณที่ราบหรือค่อนข้างราบ และ 20x20 ม. บริเวณภูเขาหรือที่เนินสูงต่ำ
- รังวัดและดิจิทัลไชน์เส้น Break-line บริเวณขอบตลิ่งลำน้ำและบริเวณสันเขา
- รังวัดและดิจิทัลไชน์เส้น Drainages บริเวณร่องน้ำ ร่องเขา และแอ่งลุ่มต่างๆ
- นำข้อมูลที่รังวัดดังกล่าวประมวลผลสร้างแบบจำลองระดับ หรือ DEM (Digital Elevation Model) โดยจัดเก็บในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลต่างๆ เช่น แบบข่ายสามเหลี่ยมไม่ปกติ (TIN) แบบแรสเตอร์ หรือกริด และแบบเวกเตอร์ หรือเส้นชั้นความสูง เป็นต้น

ซ) ประมวลผลสร้างภาพออร์โท (Ortho Resampling)

ณ) ประกอบระวางแผนที่ภาพตามแบบมาตรฐานที่สำนักสำรวจกำหนด

ญ) พิมพ์แผนที่ภาพลงบนกระดาษตามมาตราส่วนที่ต้องการ และบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์

4. การสำรวจกันเขต

4.1 การสำรวจกันเขตโครงการฯ

4.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดขอบเขตที่ดินที่จะต้องใช้ในการดำเนินการของโครงการฯ แก้ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ของราษฎรเนื่องจากมีขอบเขตชัดเจน ตรวจสอบได้ง่าย

4.1.2 ลักษณะของงาน

4.1.2.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

- จัดทำแผนที่สารบัญแสดงตำแหน่งและขอบเขตของโครงการ ที่จะเข้าดำเนินการสำรวจ
- จัดทำสำเนาแผนงานให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และกรมป่าไม้ หน่วยงานละ 1 ชุด
- จัดหาและตรวจสอบแบบแนวเขตของโครงการฯ หรือแบบแสดงตำแหน่งและขอบเขตโครงการฯ ที่กรมฯ ได้อนุมัติแล้ว จำนวน 2 ชุด
- จัดหาพิกัดและ/หรือค่าระดับ พร้อมรายละเอียดหมวดหลักฐาน (Description) ที่จะใช้ในการสำรวจกันเขต

4.1.2.2 การวางแผน

- ค้นหาเหตุผลพื้นฐานแนวศูนย์กลางในภูมิประเทศ ในกรณีที่ดินเดิมสูญหาย ให้โยกย้ายจากเหตุผลพื้นฐานที่ทราบค่าแล้ว มายังตำแหน่งแนวเขต ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- ในกรณีอ่างเก็บน้ำ หลังจากได้สำรวจระดับเพื่อหาขอบเขตอ่างฯ ตามที่สำนักออกแบบฯแล้ว ให้วางแนวกันเขตตามปะเภทของอ่างฯ ต่อไปนี้
 - อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลาง ให้กันเขตที่ระดับน้ำเก็บกัก หรือตามขอบเขตที่กรมฯอนุมัติ
 - อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ให้กันเขตระหว่างระดับเก็บกักจนถึงระดับน้ำสูงสุด หรือตามที่กรมฯอนุมัติ

4.1.2.3 การปักหลักเขต ให้ปักหลักเขตตามแบบฯ ที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

- โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคลองทุ่งเพล อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี
 - ปักเสาคอนกรีตสำเร็จรูปตามแบบ (Type B) โดยปักทุกระยะไม่เกิน 50 เมตร ในแนวตรงและทุกมุมหักเลี้ยว ในบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนพลวง พื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนทุ่งเพล แนวอุโมงค์ท่อส่งน้ำ (PENSTOCK) และแนวสายส่งไฟฟ้า
 - ปักเสาคอนกรีตสำเร็จรูปพร้อมรั้วลวดหนามตามแบบ (Type A) โดยปักทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร ในแนวตรงและทุกมุมหักเลี้ยว ประกอบด้วยรั้วลวดหนามซึ่งระหว่างเสาหลักเขต 3 เส้น ในบริเวณพื้นที่อาคารสำนักงานและบ้านพัก โรงไฟฟ้า และอาคารลดแรงดันน้ำ (SURGE TANK)
- โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคีรีธาร อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี
 - ปักเสาคอนกรีตสำเร็จรูปตามแบบ (Type C) โดยปักทุกระยะไม่เกิน 100 เมตร ในแนวตรงและทุกมุมหักเลี้ยว ในบริเวณพื้นที่แนวขอบเขตอ่างเก็บน้ำ ตัวเขื่อน
 - ปักเสาคอนกรีตสำเร็จรูปตามแบบ (Type B) โดยปักทุกระยะไม่เกิน 50 เมตร ในแนวตรงและทุกมุมหักเลี้ยว ในบริเวณพื้นที่ขอบเขตอาคารสำนักงาน บ้านพัก โรงไฟฟ้า
- โครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยประทาว อำเภอแก่งศรีภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
 - ปักเสาคอนกรีตสำเร็จรูปตามแบบ (Type C) โดยปักทุกระยะไม่เกิน 100 เมตร ในแนวตรงและทุกมุมหักเลี้ยว ในบริเวณพื้นที่พื้นที่อ่างเก็บน้ำ ตัวเขื่อน ทางน้ำล้น ทางรับน้ำ

4.1.2.4 การฝังหลักเขต ให้ฝังหลักเขตตามแบบฯ ที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

- ฝังเสาคอนกรีตสำเร็จรูปให้อยู่ในแนวตั้ง ตรงตามตำแหน่งที่กำหนด โดยหันหน้าหลักเขตด้านที่มีตัวอักษรและตัวเลขเข้าหาตัวอาคารสิ่งปลูกสร้าง หรืออ่างเก็บน้ำ ฯลฯ และให้ฝังหลักเขตลึกลงไปในดิน 0.50 ม. คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนดได้ไม่เกิน 2 ซม.
- ขนาดของหลุมฝังเสาหลักเขต กว้าง 0.40 ม. ยาว 0.40 ม. ลึก 0.50 ม. โดยใช้คอนกรีตโครงสร้าง 1:2:4 ฝังกลบตามแบบฯ
- ในกรณีตำแหน่งที่จะฝัง ไปตกในอ่างเก็บน้ำ หรือคูน้ำ ให้เลื่อนตำแหน่งฝังหลักเขตไปในแนวเขตเดียวกัน จนติดขอบอ่างเก็บน้ำหรือคันคูน้ำ เพื่อป้องกันการถูกทำลาย

4.1.2.5 การติดต่อประสานงาน

- การดำเนินการ และการติดต่อประสานงานกับโครงการฯ และกรมป่าไม้ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างกรมป่าไม้ กับกรมกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เรื่องการปรับปรุงแผนที่และการจัดทำแนวเขต

5. การจัดซื้อเครื่องอากาศยานไร้คนขับ (Drone) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ

5.1 วัตถุประสงค์

เพื่อต้องการใช้ในการบินตรวจสอบการบุกรุกพื้นที่ของราษฎร รุกล้ำเข้ามาในขอบเขตของโครงการฯ และเนื่องจากพื้นที่โครงการฯ มีขอบเขตพื้นที่ที่กว้าง การที่จะต้องใช้คนเดินทางในการตรวจสอบหรือตรวจเช็คในแต่ละบริเวณเป็นการดำเนินงานที่ค่อนข้างลำบาก จึงจำเป็นต้องใช้โดรนขึ้นบินในการตรวจสอบ ทั้งยังมีความรวดเร็ว สะดวกและเข้าถึงในทุกพื้นที่

5.2 คุณสมบัติทั่วไป

อากาศยานไร้คนขับพร้อมอุปกรณ์ประกอบสำหรับการบินตรวจสอบถ่ายภาพ/จับภาพ เป็นอากาศยานไร้คนขับพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ อากาศยานไร้คนขับควบคุมด้วยเครื่องควบคุมระยะไกล แบบใบพัดหมุน จำนวนสี่แกน ใบพัด มีรัศมีควบคุมไม่น้อยกว่า 7 กิโลเมตร วงจรรับสัญญาณดาวเทียม ติดตั้งกล้องถ่ายภาพใช้งาน ร่วมกับตัวอากาศยานสามารถบินต่อเนื่องได้ไม่ต่ำกว่า 30 นาที มีเซนเซอร์ช่วยการบิน

5.3 คุณสมบัติเฉพาะ

5.3.1 ตัวอากาศยานไร้คนขับ (Drone)

- ตัวอากาศยานไร้คนขับควบคุมด้วยเครื่องควบคุมระยะไกล แบบใบพัดหมุนจำนวนสี่แกนใบพัด ตัวแกนโครงสร้างของเครื่องบินเป็นโลหะผสม (Titanium/Magnesium alloy) ที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงบิด
- มีรัศมีการควบคุมและส่งสัญญาณภาพมายังเครื่องรับส่งสัญญาณภาคพื้นได้ไม่น้อยกว่า 7 กิโลเมตร
- สามารถบินต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที ที่ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- มีแบตเตอรี่สำรองแบบลิเทียมโพลิเมอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 5,000 mAh ไม่น้อยกว่า 1 ก้อนพร้อมที่ชาร์ต
- มีระบบป้องกันการชนกับวัตถุอื่นขณะบิน ทางด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้าย ด้านขวา และ ด้านล่างของตัวเครื่องบิน เป็นอย่างน้อย
- รองรับการัดหน่วยความจำแบบ Micro SD ขนาดไม่น้อยกว่า 100 GB
- มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 8 GB

5.3.2 กล้องถ่ายภาพ (Drone camera)

- ออกแบบมาพร้อมใช้งานร่วมกับตัวอากาศยานไร้คนขับ
- มีระบบป้องกันการสั่นสะเทือนของการถ่ายภาพนิ่งและวิดีโอ และสามารถหมุนตัวกล้อง
- สามารถถ่ายภาพแบบภาพนิ่ง ความละเอียดไม่น้อยกว่า 20 ล้านพิกเซล
- สามารถถ่ายภาพเคลื่อนไหวความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 4K
- มีระบบป้องกันการสั่นของกล้อง (Gimbal) แบบ 2 แกน

5.3.3 เครื่องควบคุมระยะไกล (Remote Control)

- ออกแบบมาพร้อมใช้งานร่วมกับตัวอากาศยานไร้คนขับ
- ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมโพลิเมอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 5,000 mAh
- สามารถบันทึกข้อมูลภาพและวิดีโอตลอดจนการเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้แบบมาตรฐาน
- รองรับการเชื่อมต่อมาตรฐาน Micro USB และ USB type-C เป็นอย่างน้อย
- มีระบบปฏิบัติการเฉพาะที่รองรับโปรแกรมการใช้งานและควบคุมโดรน

5.3.4 โปรแกรมการใช้งานและควบคุมโดรน (Application)

- รองรับอุปกรณ์ระบบ Android ไม่น้อยกว่าเวอร์ชัน 4.4 และ iOS ไม่น้อยกว่าเวอร์ชัน 9.0
- มีระบบการบินอัตโนมัติได้แก่ Tap Fly, Active Track, Tripod Mode, และ Point of Interest เป็นอย่างน้อย
- มีซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมการบินทั้งแบบแมนนวลและแบบอัตโนมัติ เช่นการบินตามวัตถุ เคลื่อนที่ การบินรอบวัตถุ การบินแบบเส้นคู่ขนาน (Line Transect) เป็นอย่างน้อย รองรับการ อัปเดตซอฟต์แวร์ได้ในอนาคต มีซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมตัวกล้องถ่ายภาพ หรือถ่ายวิดีโอ สามารถปรับมุมก้มเงย

5.3.5 หน่วยประมวลผลข้อมูลภาพ

- มีหน่วยประมวลผลกลางแบบชิออน จำนวนไม่น้อยกว่า 8 คอร์ มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.5 GHz
- รองรับระบบปฏิบัติการได้ทั้งแมคโอเอสเวอร์ชัน 10.13 ขึ้นไป และวินโดวส์ เวอร์ชัน 10 ขึ้นไป
- พร้อมที่เก็บข้อมูลชนิดโซลิดสเตต ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB