

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการวิศวกรรมสำรวจ
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการวิศวกรรมสำรวจ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

3.1 ชุดเครื่องมือสำรวจตรวจวัดและประมวลผลลักษณะและขนาดของอาคารบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างด้วยเทคนิคการถ่ายภาพสามมิติ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

3.1.1 เครื่องมือสำรวจตรวจวัดและประมวลผลลักษณะและขนาดของอาคารบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างด้วยเทคนิคการถ่ายภาพสามมิติ จำนวน 1 เครื่อง

3.1.2 โปรแกรมการใช้งานการประมวลผลข้อมูลสำรวจสามมิติพ้อยท์คลาวด์ (Point Cloud) จำนวน 1 ชุด

3.1.3 เครื่องประมวลผลข้อมูลสำรวจสามมิติพ้อยท์คลาวด์ (Point Cloud) แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 ชุด

3.2 เครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS จำนวน 4 ชุด

3.3 อากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัด พร้อมระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

3.3.1 อากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัดพร้อมระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง

3.3.2 โปรแกรมประมวลผลข้อมูลสำรวจภาพถ่ายทางอากาศ จำนวน 1 ชุด

3.4 กล้องสำรวจแบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดวัดระยะทางได้โดยไม่ใช้เป้าสะท้อน จำนวน 4 ชุด

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

4.1 ชุดเครื่องมือสำรวจตรวจวัดและประมวลผลลักษณะและขนาดของอาคารบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างด้วยเทคนิคการถ่ายภาพสามมิติ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.1.1 เครื่องมือสำรวจตรวจวัดและประมวลผลลักษณะและขนาดของอาคารบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างด้วยเทคนิคการถ่ายภาพสามมิติ 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

4.1.1.1 เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บบันทึกข้อมูลลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อม สิ่งก่อสร้างหรือวัตถุ สามารถบันทึกในระยะ กว้าง ยาว สูง มุมองศาและมิติต่าง ๆ ของวัตถุ สามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

4.1.1.2 ตัวเครื่องถูกออกแบบให้มีน้ำหนักเบาไม่เกิน 5 กิโลกรัม รวมน้ำหนักแบตเตอรี่ มีขนาดเล็กกะทัดรัดเพื่อให้สะดวกในการพกพา

4.1.1.3 สามารถเก็บบันทึกข้อมูลลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อม สิ่งก่อสร้างหรือวัตถุใด ๆ ในระยะรัศมีได้ไม่น้อยกว่า 150 เมตรจากตัวอุปกรณ์

4.1.1.4 มีความเร็วสูงสุดในการสร้างข้อมูล Point Cloud ไม่ต่ำกว่า สองล้านจุดต่อ 1 วินาทีหรือดีกว่า

4.1.1.5 มีค่าความผิดพลาดของการวัดระยะ (Ranging error) ไม่เกิน ± 1 มิลลิเมตร ที่ระยะ 25 เมตรหรือดีกว่า

4.1.1.6 สามารถทำงานเก็บข้อมูลภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อน ระหว่างช่วงอุณหภูมิ 5 ถึง 40 องศาเซลเซียสได้หรือดีกว่า

4.1.1.7 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลสามารถเก็บข้อมูลของลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อม สิ่งก่อสร้างหรือวัตถุต่าง ๆ ได้สองโหมด คือโหมดขาวดำและโหมดภาพถ่ายสี ที่มีความละเอียดสูงถึง 266 MP หรือดีกว่า

4.1.1.8 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลสามารถเก็บบันทึกข้อมูลมี Field of view มุมกว้างในการเก็บข้อมูลแนวราบได้ไม่น้อยกว่า 360 องศา และในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 300 องศา

4.1.1.9 ตัวเครื่องมือเป็นเลเซอร์ class 1 ความยาวคลื่นไม่มากกว่า 1,560 นาโนเมตร

4.1.1.10 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลสามารถเก็บบันทึกข้อมูลภายในแบบ SSD สูงสุด 128 GB หรือดีกว่า และการ์ดหน่วยความจำจัดเก็บข้อมูล SDXC ซึ่งมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 64 GB

4.1.1.11 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลมีหน้าจอควบคุมด้วยระบบสัมผัส และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เช่น โทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์แท็บเล็ต ด้วยระบบ WLAN IEEE 802.11 ac/a/b/g/n สำหรับการควบคุมเครื่องที่ระยะไกล

4.1.1.12 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลติดตั้งอยู่บนขาตั้งสามขาแบบพับได้ สามารถปรับระยะความสูงของขาตั้ง เพื่อความสะดวกและเหมาะสมกับการเก็บข้อมูลหน้างานที่สภาพงานต่าง ๆ กัน

4.1.1.13 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลมีเซนเซอร์ชดเชยระดับความเอียง ± 2 องศา หรือดีกว่า

4.1.1.14 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลมี Height Sensor สำหรับบันทึกระดับความสูงอ้างอิง และ Compass Sensor สำหรับบอกทิศทาง

4.1.1.15 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลมี Sensor ตัวรับสัญญาณดาวเทียม GPS & GLONASS สำหรับการรับค่าระบุพิกัดด้วยดาวเทียม

4.1.1.16 มีโหมดการทำงานเก็บข้อมูลให้เลือกในลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น โหมดภายในอาคาร โหมดภายนอกอาคาร หรือโหมดการทำงานที่ปรับแต่งความละเอียดได้เองตามความต้องการของผู้ใช้งาน

4.1.1.17 มีโหมดความเร็วในการบันทึกข้อมูลหน้างานให้เลือกได้หลายโหมด และมีโหมดการบันทึกข้อมูลเร็วสูงสุดไม่เกิน 2 นาที หรือเร็วกว่า ต่อหนึ่งตำแหน่งของการเก็บข้อมูล

4.1.1.18 สามารถทำงานเก็บข้อมูลภายใต้สภาพแวดล้อมตามมาตรฐาน IP54

4.1.1.19 เครื่องสามารถทำงานได้ตลอดทั้งวันอย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน 1 ก้อนทำงานได้ 4 ชั่วโมง และมีแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออนสำรอง 1 ก้อน

4.1.1.20 ตัวอุปกรณ์เก็บข้อมูลบรรจุภายในกล่องชนิดแข็งอย่างดีมาจากโรงงานผู้ผลิต

4.1.1.21 มีอุปกรณ์ขาตั้งชนิดสามขาปรับระดับได้ จำนวน 1 ชุด

4.1.1.22 มีอุปกรณ์วางระดับอ้างอิง ชนิดลูกบอลทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 140 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ลูก

4.1.1.23 มีคู่มือการใช้งานเครื่องสำรวจตรวจวัดและประมวลผลลักษณะและขนาดของอาคารบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างด้วยเทคนิคการส่องเลเซอร์สแกนสามมิติ ฉบับภาษาอังกฤษ และฉบับภาษาไทย จำนวนอย่างละ 1 ชุด

4.1.2 โปรแกรมการใช้งานการประมวลผลข้อมูลสำรวจสามมิติพ้อยท์คลาวด์ (Point Cloud) จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะอย่างน้อย ดังนี้

4.1.2.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเครื่องสแกนสามมิติ ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่แสดงเป็นโมเดลสามมิติ มี Co-ordinate (x, y, z) เป็นข้อมูลที่มีขนาดเท่าของจริง อัตราส่วน 1:1

4.1.2.2 โปรแกรมสามารถนำข้อมูลของการสำรวจแต่ละตำแหน่งที่ทำกรสแกนเลเซอร์เข้ามาประมวลผลได้ตั้งแต่ 1 จุดการสแกนขึ้นไป จนถึงมากกว่า 30 จุดการสแกน

4.1.2.3 โปรแกรมสามารถทำการประมวลผลข้อมูลสำรวจได้ทั้งแบบ Manual และแบบอัตโนมัติ

4.1.2.4 โปรแกรมสามารถทำงานประมวลผลข้อมูล Point Cloud ในแบบ Plan Top view เพื่อการรวมข้อมูลกันจากหลาย ๆ จุดสแกน รวมเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน

4.1.2.5 โปรแกรมมี Coordinate Coloring and shading สามารถแสดงผลข้อมูล Point Cloud ในมุมมอง 3 มิติ โดยไล่เฉดสีตามค่าพิกัด

4.1.2.6 โปรแกรมสามารถแสดงผลแบบ Clipping Boxes ซึ่งข้อมูล Clipping boxes สามารถทำการเปิดหรือปิดได้ หรือไม่แสดงข้อมูลในด้านต่าง ๆ ได้ ทำให้แสดงข้อมูลในแต่ละด้านได้ แสดง Cross section ได้

4.1.2.7 โปรแกรมสามารถใช้ในการประมวลผลและจัดการข้อมูลสแกนได้อย่างง่าย และมีประสิทธิภาพ โดยสามารถรองรับการต่อข้อมูลสแกนแบบพื้นที่ (On-site Registration) สามารถต่อข้อมูลสแกนแบบอัตโนมัติแบบใช้เป้า และแบบไม่ใช้เป้าได้ด้วย

4.1.2.8 สามารถวิเคราะห์และวัดขนาดได้ด้วยการวัดจากข้อมูล Point cloud 3 มิติ มีเครื่องมือในการวัดต่าง ๆ เช่น ระยะความสูง ระยะความกว้าง ระยะความลึก

4.1.2.9 สามารถนำข้อมูลพอยท์คลาวด์ส่งออกได้ในรูปแบบ CAD format, *.rcp, *.e57, *.EXE ได้เป็นอย่างดี

4.1.2.10 สามารถแสดงข้อมูลแสดงภาพถ่ายชนิดสี เป็นภาพถ่ายจริงแบบมุมมองรอบตัว 360 องศาผ่านมุมมองพื้นที่ที่ตั้งจริงของอุปกรณ์เก็บข้อมูล

4.1.2.11 เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

4.1.2.12 มีคู่มือการใช้งานโปรแกรมการใช้งานการประมวลผลข้อมูลสำรวจสามมิติ พอยท์คลาวด์ ฉบับภาษาอังกฤษ และฉบับภาษาไทย จำนวนอย่างละ 1 ชุด

4.1.3 เครื่องประมวลผลข้อมูลสำรวจสามมิติพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะอย่างน้อย ดังนี้

4.1.3.1 หน่วยประมวลผลรวมกลาง (CPU) Intel Core i9 เทียบเท่าหรือดีกว่า

4.1.3.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 ความถี่ 5,600 MHz หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 128 GB (ความจุแฉวละ 32 GB จำนวน 4แฉว) หรือมากกว่า

4.1.3.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Hard Disk แบบจานหมุน ขนาดความจุ 8 TB ชนิด SATA-III จำนวน 1 หน่วย และ Hard Disk แบบ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย ระบบ M.2 PCIe หรือดีกว่า

4.1.3.4 มีหน่วยประมวลผลรวมกลางของกราฟิกการ์ด ชนิด NVIDIA Quadro RTX A4000 พร้อมหน่วยความจำของกราฟิกไม่น้อยกว่า 16 GB DDR6 หรือดีกว่า

4.1.3.5 จอภาพสี LED มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า ระบบ FHD 1,920 x 1,080 Pixel ที่ความถี่ 75 Hz หรือดีกว่า

4.1.3.6 มีช่องเชื่อมต่อ Port USB Type-A หรือช่อง USB Type-C หรือดีกว่า

4.1.3.7 มีช่องการเชื่อมต่อระบบ LAN

4.1.3.8 มีการเชื่อมต่อแบบไร้สาย Wi-Fi และ Bluetooth

4.1.3.9 ระบบปฏิบัติการ Win10Pro 64 bit หรือดีกว่า มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

4.1.3.10 มีการรับประกันจากศูนย์ อย่างน้อย 1 ปี

4.2 เครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

4.2.1 เครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS สามารถตั้งค่าให้ทำงานเป็นสถานีฐาน (Base Station) หรือสถานีเคลื่อนที่ (Rover Station) ได้ในเครื่องเดียวกัน

4.2.2 สามารถรับสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 1,500 ช่องสัญญาณ

4.2.3 สามารถรองรับข้อมูลสัญญาณดาวเทียมได้ทั้ง GPS แบบ L1C/A, L1C, L1PY, L2C, L2P, L5 GLONASS แบบ L1CA, L2CA, L2P, L3, Galileo แบบ E1, E5a, E5b, E5 AltBOC, E6 และ BeiDou แบบ B1I, B1C, B2a, B2I, B3 ได้เป็นอย่างดี

4.2.4 สามารถปฏิบัติงานรังวัดสัญญาณดาวเทียม GNSS ด้วยวิธี Static, DGPS และ Real Time Kinematic (RTK) ได้

4.2.5 ความคลาดเคลื่อนของการสำรวจรังวัดด้วยวิธี High-precision Static ทางราบ $\pm (2.5 \text{ mm} + 0.1 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐานที่รังวัด) และความคลาดเคลื่อนในทางตั้ง $\pm (3.5 \text{ mm} + 0.4 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐานที่รังวัด) หรือดีกว่า

4.2.6 ความคลาดเคลื่อนของการสำรวจรังวัดด้วยวิธี Network RTK ทางราบ $\pm (8 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐานที่รังวัด) และความคลาดเคลื่อนในทางตั้ง $\pm (15 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐานที่รังวัด) หรือดีกว่า

4.2.7 ความคลาดเคลื่อนของการสำรวจรังวัดด้วยวิธี DGPS ทางราบ ± 25 เซนติเมตร หรือดีกว่า

4.2.8 มีหน่วยความจำภายใน (internal storage) ความจุสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 GB และรองรับ SD card ความจุสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 GB

4.2.9 ตัวเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมีช่องสำหรับเชื่อมต่อ (Ports) แบบ Mini USB, RS232 serial, Bluetooth, Wi-Fi และมีเทคโนโลยีไร้สายระยะใกล้ (NFC)

4.2.10 เสออากาศ, เครื่องรับสัญญาณ, Wi-Fi, วิทยุภายใน และ GSM modem บรรจุประกอบเป็นเครื่องเดียวกัน

4.2.11 รองรับการบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียม GNSS แบบ RINEX

4.2.12 สามารถรองรับ Data rate สูงสุด 20 Hz หรือดีกว่า

4.2.13 มีมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำไม่น้อยกว่า IP67 หรือดีกว่า

4.2.14 รองรับข้อมูลแบบ CMR, CMR+, RTCM2.X, RTCM3.0, RTCM3.2, GNS เป็นอย่างน้อย

4.2.15 มีไฟแสดงสถานะแบบ LED แสดงการรับสัญญาณดาวเทียม การเชื่อมต่อข้อมูล และระดับแบตเตอรี่

4.2.16 มีวิทยุภายใน (Internal UHF Radio) รองรับโปรโตคอลได้หลากหลาย ต้องสามารถรับ TRIMTALK450S, TRIMMARK III, TRANSEOT, SATEL-3AS, HI-TARGET เป็นอย่างน้อย และมีกำลังส่งสูงสุดไม่น้อยกว่า 4 วัตต์

4.2.17 วิทยุภายใน (Internal UHF Radio) รองรับความถี่ตั้งแต่ 403-473MHz หรือดีกว่า

4.2.18 มี GSM Modem รองรับการเชื่อมต่อ 4G สามารถทำ Internet RTK ได้

4.2.19 สามารถใช้ Web UI ในการควบคุมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมได้

4.2.20 รองรับการตกกระแทกที่ความสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร และได้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-810G หรือดีกว่า

4.2.21 มีระบบชดเชยการเอียงในขณะวิ่งวัด (Tilt compensation sensor) แบบ IMU (Inertial Measurement Unit) ชนิด 9 แกนหรือดีกว่า ค่าความแม่นยำ 2.5 เซนติเมตรสำหรับการเอียง 60 องศา หรือดีกว่า

4.2.22 สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -40°C ถึง +65°C

4.2.23 แบตเตอรี่ชนิด Li-ion แบบถอดเปลี่ยนได้ สามารถใช้งานได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง (RTK Rover)

4.2.24 มีน้ำหนักรวมแบตเตอรี่ไม่เกิน 1.3 กิโลกรัม

4.2.25 ได้รับการรับรองจากหน่วยงาน ก.ส.ท.ช. อย่างถูกต้อง

4.2.26 มีอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controller) มีคุณลักษณะดังนี้

4.2.26.1 สามารถรับข้อมูลสัญญาณดาวเทียมได้ทั้ง GPS, GLONASS, BDS และ AGPS อย่างน้อย 20 ช่องรับสัญญาณ

4.2.26.2 มีหน่วยประมวลผลมีความเร็วไม่น้อยกว่า 8 Core, 2.0 GHz

4.2.26.3 ระบบปฏิบัติการ Android 10.0 หรือ สูงกว่า

4.2.26.4 หน่วยความจำสำรอง (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

4.2.26.5 หน่วยความจำภายใน (ROM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB

4.2.26.6 จอภาพสีขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว ระบบสัมผัส

4.2.26.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Port) แบบ USB Type C และมีเทคโนโลยีไร้สายระยะใกล้ (NFC)

4.2.26.8 สามารถใส่ SIM card ได้สองช่องพร้อมกัน รองรับระบบ 4G

4.2.26.9 สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สาย Bluetooth ได้

4.2.26.10 มีมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำ IP67 หรือดีกว่า

4.2.26.11 สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -20°C ถึง +60°C

4.2.26.12 แบตเตอรี่แบบภายในสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 14 ชั่วโมง

4.2.26.13 มีกล้องถ่ายภาพความละเอียดไม่ต่ำกว่า 13 MP

4.2.26.14 มีไฟ Flash LED ช่วยเรื่องความส่องสว่างของการถ่ายรูป

4.2.26.15 ตัวเครื่องควบคุมมี Gravity, Compass, light sensor และ Gyroscope

เป็นอย่างน้อย

4.2.26.16 ตัวเครื่องควบคุมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมีน้ำหนักรวมแบตเตอรี่ไม่เกิน 0.55 กิโลกรัม

4.2.26.17 เครื่องควบคุมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.26.18 โปรแกรมการทำงานภาคสนาม (Field Software) ที่ติดตั้งบนเครื่องควบคุมการทำงาน (Controller) ของเครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- 1) สามารถกำหนดรูปแบบระบบพิกัดเฉพาะตามที่ต้องการได้
- 2) โปรแกรมสามารถทำงานในระบบ RTK Network โดยสามารถสั่งการให้ GNSS เชื่อมต่อกับระบบ Network ที่ต้องการในการทำงาน RTK ได้
- 3) โปรแกรมสามารถส่งบันทึกข้อมูลดิบจากการรังวัดจากสัญญาณดาวเทียมเพื่อใช้ประมวลผลแบบ Post processing ได้
- 4) โปรแกรมจะต้องสามารถคำนวณพื้นที่ได้
- 5) สามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบไม่น้อยกว่า CSV, KML, DXF ได้
- 6) โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับ Google Map เพื่อให้มีแผนที่ Real Time เป็น Background ในขณะที่ทำการสำรวจในระบบ RTK ได้
- 7) มี Function รูปแบบการทำงานค้นหาจุด (Stake out) ในรูปแบบสามมิติผ่านกล้องถ่ายรูปร่างด้านหลังได้

4.2.27 มีขาตั้งกล้องแบบสามขา (Tripod) ชนิดอะลูมิเนียมหรือชนิดไม้ ปรับเลื่อนความสูงได้

4.2.28 มีฐานตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบมีควงสามเส้า ซึ่งมีระดับน้ำฟองกลมและกล้องส่องหัวหมุน รวมทั้งมีชุดต่อฐาน (Tribrach Adapter) สำหรับติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

4.2.29 มีอุปกรณ์วัดความสูงของเสาอากาศ

4.2.30 มีเสาสำรวจ (Survey Pole) พร้อมตัวยึดเครื่องควบคุมการทำงาน (Controller) ของเครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS

4.2.31 มีกล่องแข็งสำหรับบรรจุเครื่องหาค่าพิกัดด้วยดาวเทียม GNSS พร้อมอุปกรณ์

4.2.32 มีคู่มือการใช้งานของเครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS ฉบับภาษาอังกฤษ และฉบับภาษาไทยจำนวนอย่างละ 1 ชุด

4.3 อากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัด พร้อมระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

4.3.1 อากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัดพร้อมระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

4.3.1.1 ใช้สำหรับการสำรวจทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

4.3.1.2 มีเพดานบินสูงสุดไม่น้อยกว่า 6,000 เมตร

4.3.1.3 มีน้ำหนักพร้อมบินรวมกล้องถ่ายภาพและแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 1,300 กรัม

4.3.1.4 สามารถบินต่อเนื่องได้นานสูงสุดไม่น้อยกว่า 40 นาที

4.3.1.5 ความเร็วในการบินไต่ระดับสูงสุด 8 เมตรต่อวินาที หรือดีกว่า

4.3.1.6 ความเร็วในการบินสูงสุด 15 เมตรต่อวินาที หรือดีกว่า

- 4.3.1.7 สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ -10°C ถึง 40°C
- 4.3.1.8 กล้องมีความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 MP และถ่ายวิดีโอได้ที่ความละเอียด 4K หรือดีกว่า
- 4.3.1.9 มีระบบ Gimbal และมีมอเตอร์กันสั่น 3 แกนเพื่อรักษาการสภาวะการหมุนของกล้องให้ต่อเนื่องได้
- 4.3.1.10 อย่างน้อยต้องรองรับนามสกุลภาพถ่าย JPEG และวิดีโอ MP4
- 4.3.1.11 ค่ารูรับแสงไม่น้อยกว่า F2.8
- 4.3.1.12 ความไวชัดเตอร์ถ่ายภาพตั้งแต่ 8 วินาที ถึง 1/8000 วินาที หรือสูงกว่า
- 4.3.1.13 ความไวแสง ISO ภาพถ่าย ตั้งแต่ 100 – 6400 หรือสูงกว่า
- 4.3.1.14 มีระบบควบคุมระยะไกล Remote Control สามารถควบคุมได้ 15 กิโลเมตร หรือดีกว่า
- 4.3.1.15 อากาศยานไร้คนขับสามารถรองรับการทำงานระบบ GNSS รับสัญญาณดาวเทียมจาก GPS, BeiDou และ Galileo ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.3.1.16 มีแบตเตอรี่อย่างน้อย 3 ก้อน พร้อมแท่นประจุไฟ Battery Charging hub จำนวน 1 แท่น
- 4.3.1.17 มีกระเป๋าสำหรับอากาศยานไร้คนขับจำนวน 1 ชุด
- 4.3.1.18 คู่มือการใช้งานฉบับภาษาอังกฤษและฉบับภาษาไทย จำนวนอย่างละ 1 ชุด
- 4.3.2 โปรแกรมประมวลผลข้อมูลสำรวจภาพถ่ายทางอากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
 - 4.3.2.1 สามารถประมวลผลภาพที่ถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับได้
 - 4.3.2.2 สามารถประมวลผลภาพที่ถ่ายในแนวตั้ง แนวเฉียง ได้
 - 4.3.2.3 รองรับการทำงานกับภาพถ่ายที่ได้จากโดรน หลายรุ่น
 - 4.3.2.4 สามารถวัดจุดควบคุม (GCP) ได้
 - 4.3.2.5 สามารถเลือกแสดงผลรูปที่มีจุดควบคุม (GCP) ได้
 - 4.3.2.6 โปรแกรมมีกระบวนการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ พร้อมรายงานการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมและรายงานค่าความคลาดเคลื่อนของจุดควบคุมภาพ
 - 4.3.2.7 สามารถสร้างข้อมูลความสูงพื้นผิวเชิงเลข (DSM Point Cloud) ในรูปแบบ GeoTiff ได้
 - 4.3.2.8 สามารถสร้างข้อมูล Colored Point Cloud ในรูปแบบ *.LAS ได้
 - 4.3.2.9 สามารถสร้างข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติเสมือนจริง (3D Model) ได้
 - 4.3.2.10 สามารถส่งออกข้อมูล 3D Model ในรูปแบบ .obj, .i3s, .ply ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.3.2.11 สามารถประมวลผลภาพ Orthophoto จากภาพถ่ายทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับได้ พร้อมทั้งสามารถส่งออก ภาพ Orthophoto ในรูปแบบมาตรฐาน เช่น Tiff, GeoTiff ได้เป็นอย่างน้อย

4.3.2.12 เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

4.4 กล้องสำรวจแบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดวัดระยะทางได้โดยไม่ใช้เป้าสะท้อน จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

4.4.1 ระบบกล้องเล็ง

- 1) ระบบกล้องวัดมุมและเครื่องวัดระยะทางประกอบอยู่ในตัวเดียวกันและอยู่ในแกนเดียวกัน
- 2) กำลังขยายไม่น้อยกว่า 30 เท่า
- 3) ขนาดความกว้างของภาพ 1 องศา 30 ลิปดา (26 เมตร ที่ระยะ 1000 เมตร) หรือดีกว่า
- 4) ระยะมองเห็นภาพชัดใกล้สุดไม่เกิน 1.7 เมตร
- 5) ตัวกล้องสามารถถอดจากฐานกล้องได้
- 6) ความไวหลอดระดับน้ำ 10 ฟลิปดา ต่อ 2 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 7) ความไวหลอดระดับอิเล็กทรอนิกส์ 6 ฟลิปดา หรือดีกว่า
- 8) กล้องส่องหัวหมุดแบบ Optical Plummet กำลังขยาย 3 เท่า หรือดีกว่า

4.4.2 ระบบการวัดมุม

- 1) ระบบวัดมุม หน่วยวัดเป็นองศา, ลิปดา, ฟลิปดา หรือละเอียดกว่า และแสดงผลบนจอ LCD แบบชนิดสองหน้าจอ
- 2) ความละเอียดถูกต้อง (Accuracy) 5 ฟลิปดา หรือดีกว่า
- 3) แสดงความละเอียดของมุมราบและมุมตั้งได้ละเอียดสูงสุดไม่เกิน 1 ฟลิปดา
- 4) มีระบบ Compensator แบบ Dual-axis liquid tile sensor มีช่วงการทำงานที่ $\pm 6'$
- 5) โครงสร้างกล้องสามารถป้องกันละอองน้ำและฝุ่นได้ตามมาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า

4.4.3 ระบบการวัดระยะทาง

- 1) สามารถวัดระยะทางได้ไกล 0.3 ถึง 500 เมตร โดยไม่ใช้เป้าสะท้อน และในสภาวะอากาศปกติ สามารถวัดระยะทางได้ 1.3 ถึง 3,500 เมตร โดยใช้เป้าสะท้อนแบบ 1 ดวง หรือดีกว่า
- 2) แสดงค่าการวัดได้ละเอียด 1 มิลลิเมตร (Precise mode) หรือดีกว่า
- 3) ความถูกต้องของการวัดระยะโหมด ใช้เป้าสะท้อน เท่ากับ $\pm(2\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$ และโหมดไม่ใช้เป้าสะท้อน เท่ากับ $\pm(3\text{mm} + 5\text{ppm} \times D)$ หรือดีกว่า
- 4) สามารถใช้งานได้ดีในสภาวะอุณหภูมิปกติตั้งแต่ -20 ถึง $+ 60$ องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

4.4.4 ระบบการควบคุม ระบบการแสดงผล และการถ่ายทอดข้อมูล

- 1) ป้อนค่าคงที่ของปริซึมได้

- 2) สามารถป้อนค่าอุณหภูมิ, ความดันบรรยากาศ และ PPM ได้
- 3) ภายในตัวกล้องมีระบบบันทึกข้อมูลจากภาคสนามได้ไม่น้อยกว่า 50,000 จุด โดยตรงที่ตัวกล้องและรับส่งข้อมูลระหว่างกล้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ โดยใช้ USB Flash Drive
- 4) ตัวกล้องมีระบบที่ช่วยในการทำงาน Area calculation, Remote height measurement, Missing line measurement, Stakeout, Resection เป็นอย่างน้อย

4.4.5 ระบบจ่ายพลังงาน

- 1) แบตเตอรี่แบบ Li-Ion สามารถใช้งานได้ยาวนานต่อเนื่องได้นาน 14 ชั่วโมง หรือดีกว่า
- 2) มีสัญลักษณ์เพื่อตรวจสอบระดับพลังงานแบตเตอรี่

4.4.6 อุปกรณ์มาตรฐาน

1) กล้องบรรจุกล้อง	1	กล้อง
2) ขาตั้งกล้องอลูมิเนียม	1	ชุด
3) แบตเตอรี่ Li-Ion	2	ก้อน
4) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบชาร์จเร็ว	1	เครื่อง
5) เป้าปริซึมพร้อมเป้าเล็งแทนตั้ง กล้องบรรจุและขาตั้ง	1	ชุด
6) Pole ยาว 3 เมตร เลื่อนขึ้นลงได้พร้อมเป้าวัดระยะ	1	ชุด
7) USB Flash Drive	1	อัน

4.4.7 มีคู่มือภาษาไทยและอังกฤษอย่างละ 1 เล่ม

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 5.1 อุปกรณ์ทุกรายการที่เสนอขายเป็นของใหม่ ไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน
- 5.2 ผู้เสนอขายต้องเป็นนิติบุคคลที่ได้จดทะเบียนในประเทศไทยถูกต้องตามกฎหมาย
- 5.3 ผู้เสนอขายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย จากผู้ผลิตโดยตรงหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 5.4 ผู้เสนอขายต้องมีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือและโปรแกรมที่ส่งมอบโดยผู้ชำนาญการ
- 5.5 ผู้เสนอขายต้องมีการให้บริการหลังการขายในการแก้ไขปัญหาการใช้งาน การเก็บข้อมูล และการใช้งานข้อมูล โดยมีผู้ชำนาญการคอยให้คำปรึกษาตลอดการรับประกัน
- 5.6 ผู้เสนอขายต้องส่งรายละเอียดแผนการฝึกอบรมทฤษฎี การใช้งาน การบำรุงรักษาเครื่องมือแบบมาพร้อมกับรายละเอียด โดยต้องจัดฝึกอบรมการใช้งานอย่างถูกต้องรวมระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน
- 5.7 ผู้เสนอขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวกับเครื่องรับค่าพิกัดจากสัญญาณดาวเทียม GNSS นับตั้งแต่วันที่ส่งมอบและตรวจรับเสร็จสิ้นเป็นระยะเวลา 1 ปี

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย
7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 90 วัน
8. ระยะเวลารับประกัน 1 ปี
9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ _____ ผู้กำหนดรายละเอียด
(นางสาวจินดารัตน์ มณีเจริญ)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายปิติศานต์ กร้ามาตร)
ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ ผู้กำหนดรายละเอียด
(นายสุคม ลิปิเลิศ)
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีย์)
ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์