



BRAIN POWER SKILL UP



การพัฒนาทักษะความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรขั้นพื้นฐาน

Drone

สำรวจเพื่องาน .. ก่อสร้าง

อสังหาริมทรัพย์

เหมืองแร่

ภายใต้

แผนงานการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรภาคอุตสาหกรรม

โครงการสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาคเพื่อตอบโจทย์การพัฒนานวัตกรรมของประเทศ

คำนำ

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles: UAVs) หรือ โดรน (Drone) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่กำลังถูกหลายฝ่ายจับตามองอยู่ในขณะนี้ ซึ่งกำลังเข้ามามีอิทธิพลต่อการทำธุรกิจ และถูกประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ครอบคลุมแทบทุกสายอุตสาหกรรม ต่างจากอดีตที่โดรนถูกใช้ในการทหาร และภารกิจป้องกันประเทศเป็นหลัก อาทิ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐาน การรังวัดและสำรวจข้อมูล จุดความสูงเชิงพื้นที่ และแบบจำลองสามมิติสำหรับงานโยธา การบินสำรวจพื้นที่ความเสียหายจากภัยต่าง ๆ สำหรับงานป้องกันสาธารณภัย การวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของพื้นที่เกษตรกรรม การผลิตแผนที่ความละเอียดสูงสำหรับงานแผนที่ภาคีและทะเบียนทรัพย์สิน ฯลฯ

ด้วยเหตุนี้ อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงได้จัดทำหลักสูตร “Drone สำหรับงานก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่” ภายใต้แผนงานการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรภาคอุตสาหกรรม (Brain Power Skill Up) ประจำปีงบประมาณ 2563 เพื่อสร้างทักษะและพัฒนาศักยภาพบุคลากรในการใช้อากาศยานไร้คนขับแบบความแม่นยำสูง (DRONE RTK) สำหรับภาคอุตสาหกรรมขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะแรงงานขั้นสูงให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

มีนาคม 2564

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 คำอธิบายโครงการ และหลักสูตร	1
1.1 แนะนำโครงการ	2
1.2 คำอธิบายหลักสูตร	8
บทที่ 2 แบบทดสอบ และประเมินผลก่อนเรียน	13
2.1 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre Test)	14
2.2 แบบประเมินทักษะก่อนการพัฒนาทักษะ (Pre Embedded Skill)	19
บทที่ 3 การพัฒนาทักษะ	22
3.1 GNSS RTK and Drone RTK	23
3.2 UAV / Drone Photogrammetry และการประมวลผลภาพถ่าย	81
3.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม (GCP) ด้วยเครื่องมือสำรวจพันธุไทย	123
3.4 การติดตั้งเครื่องมือโปรแกรมประมวลผลภาพถ่าย (OpenDroneMap/WebODM)	153
3.5 การประยุกต์ใช้โดรนกับงานด้านอสังหาริมทรัพย์	197
3.6 การประยุกต์ใช้งานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่	249
3.7 การประยุกต์ใช้งานสำหรับงานวิศวกรรม/งานก่อสร้าง	315
บทที่ 4 แบบทดสอบ และประเมินผลหลังเรียน	353
4.1 แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Pre Test)	354
4.2 แบบประเมินทักษะหลังการพัฒนาทักษะ (Post Embedded Skill)	359
4.3 เฉลยแบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post Test Answer)	362
บทที่ 5 แผนงาน (Action Plan)	367
5.1 แบบฟอร์มแผนงาน (Action Plan)	368

บทที่ 1

คำอธิบายโครงการ และหลักสูตร

1.1 แนะนำโครงการ





BRAIN POWER SKILL UP



สร้างทักษะกำลังคนขั้นสูง
เพื่อรับมือความเปลี่ยนแปลง
วางแผนขับเคลื่อนธุรกิจสู่อนาคต

ภายใต้
แผนงานการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรภาคอุตสาหกรรม
โครงการสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาคเพื่อตอกย้ำการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ

1

ภาพรวมแผนงาน “การพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรภาคอุตสาหกรรม (Brain Power Skill Up)”

รายละเอียด

หลักสูตรพัฒนาทักษะสำหรับภาคอุตสาหกรรม (upskill for future technology) จำนวน 20 หลักสูตร เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง (transform) เทคโนโลยีของบริษัท เช่น AI, Data science, Big Data เป็นต้น



กลุ่มเป้าหมาย

บุคลากรในภาคอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์

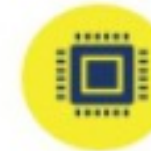
1. เพื่อสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาค ให้ตอบโจทย์การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ
2. เพื่อสร้างระบบนิเวศเทคโนโลยีและนวัตกรรมในสถาบันการศึกษา

อุตสาหกรรมเป้าหมาย

อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพในการต่อยอด



ยานยนต์สมัยใหม่



อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ



ท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ



การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ



การแปรรูปอาหาร

อุตสาหกรรมอนาคต



หุ่นยนต์เพื่อการผลิต



การบินและโลจิสติกส์



เชิงเพลงชีวภาพและเคมีชีวภาพ



ดิจิทัล



การแพทย์ครบวงจร

อุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในภาคเหนือ



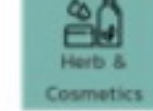
การแปรรูปอาหาร



การเกษตร



กาแฟ



Herb & Cosmetics

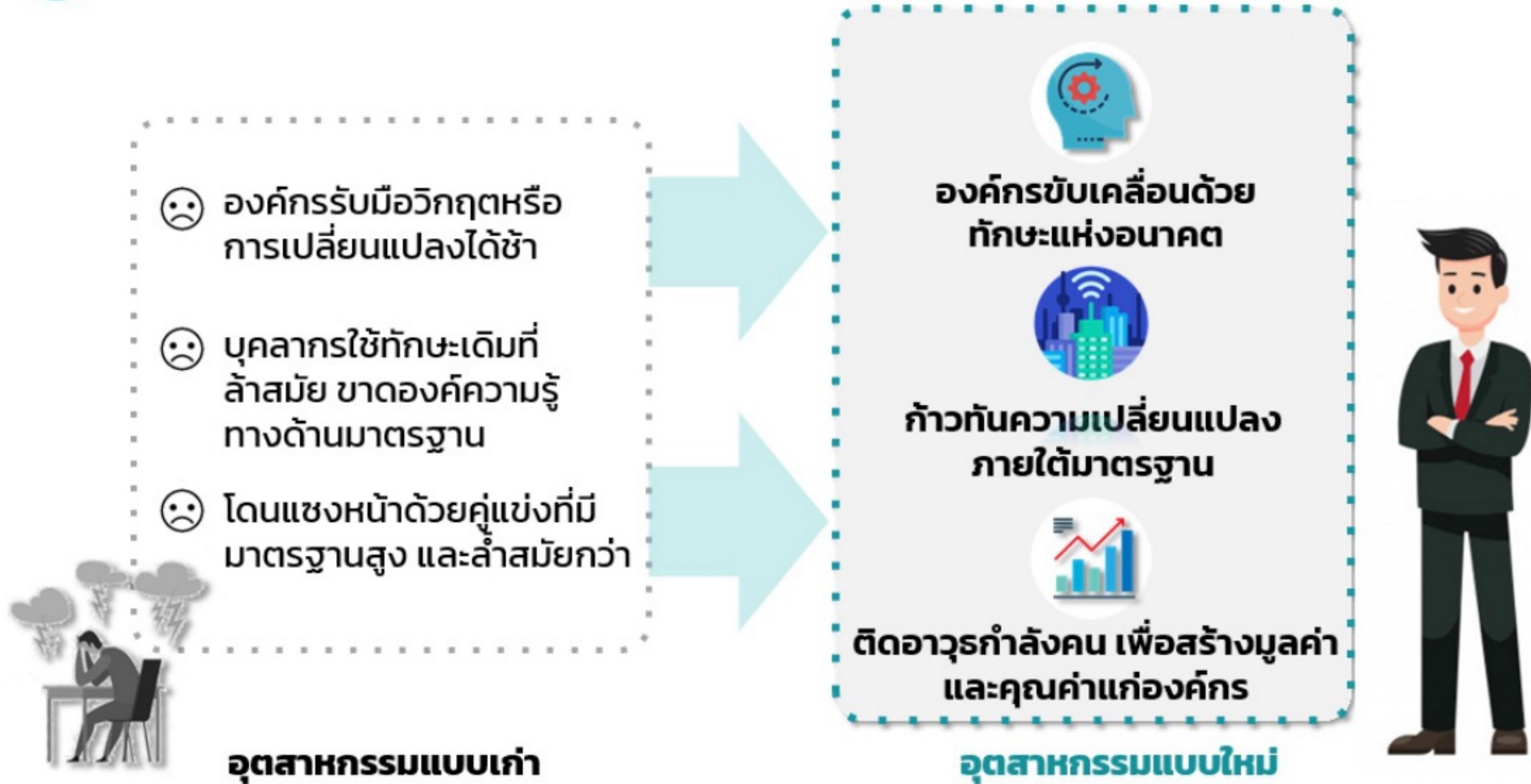


Fashion & Jewelry



Gift & Lifestyle

2 หลักการและความสำคัญ



3 กลไกการสร้างทักษะ (10 ขั้นตอน)



- 1 แนะนำโครงการ และ กิจกรรมสร้างเครือข่าย (Networking Workshop)
- 2 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre-Test) แบบประเมินทักษะก่อนเรียน (Pre-Embedded Skill Evaluation)
- 3 เรียนภาคทฤษฎี (Lecture)
- 4 การอบรมเชิงปฏิบัติการ (Case-Studies & Workshop)
- 5 เรียนภาคปฏิบัติ (Hands-On)
- 6 การเขียนแผนงาน **ทุกวันหลังเลิกเรียน** (Assignment – Action Plan)
- 7 การให้คำปรึกษาแผนงานโดยผู้เชี่ยวชาญ (Feedback) **ทุกวันหลังเลิกเรียน**
- 8 บันทึกความก้าวหน้าการพัฒนาทักษะ: Learning Curve Record **ทุกวันหลังเลิกเรียน**
- 9 แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post-Test) แบบประเมินทักษะหลังเรียน (Post-Embedded Skill Evaluation)
- 10 ผู้เรียนนำเสนอแผนงาน Action Plan

4 ผลลัพธ์ทักษะ (Learning Output)



ผู้เรียนได้ทดสอบ
องค์ความรู้
ผ่าน **Pre-Test**
และ **Post-Test**



ผู้เรียนบันทึกและวางแผนการ
พัฒนาทักษะของตนเอง ผ่าน
Learning Curve Record



ผู้เรียนได้แผน
Action Plan
รายคน



ผู้เรียนได้รับการวัดผลสำเร็จ
การพัฒนาทักษะ ก่อนและหลัง
**(Pre-Post Embedded Skill
Evaluation)**
โดยวัดผลลัพธ์ 5 ทักษะ
เพื่อนำมาทำ Radar Chart

1.2 คำอธิบายหลักสูตร



ประเภท 1
การพัฒนาทักษะความสามารถทางเทคโนโลยีของบุคลากรขั้นพื้นฐาน
Drone สำหรับงานก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่
คำอธิบาย

หลักสูตรนี้เป็นการสร้างความเข้าใจในกฎ กติกา แนวคิดการประยุกต์ใช้อากาศไร้คนขับ การฝึกบินสำรวจ การวางแผนการบิน การทำแผนที่ความละเอียดสูงด้วย DRONE RTK และการใช้งานข้อมูลจากอากาศไร้คนขับด้วยโปรแกรมฟรีแวร์ที่จะช่วยให้อุตสาหกรรมสามารถนำข้อมูลจากอากาศไร้คนขับไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ใช้งาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างความเข้าใจในหลักการใช้อากาศยานไร้คนขับแบบความแม่นยำสูง (DRONE RTK) ให้กับบุคลากรภาคอุตสาหกรรม
2. เพื่อสร้างทักษะและพัฒนาศักยภาพแรงงานการใช้อากาศยานไร้คนขับแบบความแม่นยำสูง (DRONE RTK) สำหรับภาคอุตสาหกรรม

ผลลัพธ์ทักษะ

สามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปปรับใช้ และมีแผนการนำเทคโนโลยีไปปรับใช้ เพื่อช่วยลดต้นทุน สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผู้ประกอบการธุรกิจ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะ 5 ด้าน คือ

1. ทักษะการใช้อุปกรณ์ Drone RTK
2. ทักษะการใช้อุปกรณ์ GNSS RTK
3. ทักษะการวางแผน และการออกแบบการบิน
4. ทักษะการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ประมวลผลภาพ
5. ทักษะการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานสำรวจก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่

อุตสาหกรรมเป้าหมาย

1. ก่อสร้าง
2. อสังหาริมทรัพย์
3. เหมืองแร่

กลุ่มเป้าหมาย

ผู้บริหาร หัวหน้างาน หรือเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจในธุรกิจอุตสาหกรรมเป้าหมายที่มีศักยภาพ และความพร้อมด้านทรัพยากรที่สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของบุคลากรในองค์กรให้สามารถนำทักษะที่ได้อบรมไปประยุกต์ใช้ และต่อยอดได้จริง

วิทยากร

1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน อัครสุธีรกุล

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ความเชี่ยวชาญ

- ระบบนำทาง (Navigation System)
- ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (GNSS)
- เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geoinformatics)



2 ดร.พลปรัชชา ชิดบุรี

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ความเชี่ยวชาญ

- วิศวกรสำรวจ
- การติดตามการเปลี่ยนแปลงภัยพิบัติด้านปฐพี



3 รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ไวยสุระสิงห์

แผนกวิชาการสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ความเชี่ยวชาญ

- การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Synthetic Aperture Radar (SAR)
- GIS/Remote Sensing



4 รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ไวยสุระสิงห์

กองวิศวกรรมบริการ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
กระทรวงอุตสาหกรรม

ความเชี่ยวชาญ

- งานรังวัดสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- เทคโนโลยีภูมิศาสตร์สารสนเทศ และงานวิศวกรรมสำรวจระยะไกล
- งานวิเคราะห์และปรับแก้ทางด้านวิศวกรรมสำรวจ



5 นายชิงชัย หุมห้อย

บริษัท แมพพีเดีย จำกัด

ความเชี่ยวชาญ

- เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics)
- ซอฟต์แวร์ภูมิสารสนเทศรหัสเปิด (Free and Open Source Software: FOSS4G)
- GIS Software Developer



6 นายชานนท์ กิจจารักษ์

บริษัท แมพพีเดีย จำกัด

ความเชี่ยวชาญ

- บังคับและวางแผนการบินอากาศยานไร้คนขับ



7 นายประเสริฐ เวียงสุขไพบุลย์

บริษัท แคนคร่า ไมโครเทค จำกัด

ความเชี่ยวชาญ

- พัฒนาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบสวมองกลฝังตัว
- พัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมือรังวัด GNSS RTK



เนื้อหาที่เรียน

1. GNSS RTK + DRONE RTK
2. การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (UAV/Drone Photogrammetry)
3. การฝักบิน และเก็บข้อมูลภาคสนาม (GCP)
4. การติดตั้งเครื่องมือโปรแกรมประมวลผลภาพ(OpenDroneMap/WebODM)
5. การประมวลผลภาพถ่ายด้วย WebODM
6. การประยุกต์ใช้งานสำหรับอสังหาริมทรัพย์
7. การประยุกต์ใช้งานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
8. การประยุกต์ใช้งานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานก่อสร้าง

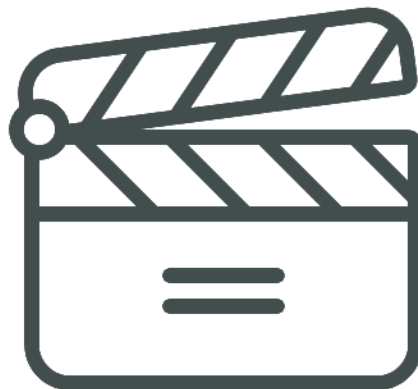
วิธีการเรียน

1. แนะนำโครงการ
2. ประเมินทักษะการเรียนรู้ (Pre embedded skill evaluation)
3. ทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pretest)
4. เรียนภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ
5. เขียนแผนงาน (Assignment – action plan) ทุกวัน หลังเลิกเรียน
6. บันทึกความก้าวหน้าการพัฒนาทักษะ (Learning curve record) ทุกวัน หลังเลิกเรียน
7. ทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Posttest)
8. ประเมินทักษะหลังเรียน (Post embedded skill evaluation)

บทที่ 2

แบบทดสอบ และประเมินผลก่อนเรียน

2.1 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ (Pre Test)



ส่วนที่ 1 ลงทะเบียน

ชื่อ – นามสกุล.....
 สถานประกอบการ.....
 E mail..... โทรศัพท์.....

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ: (Pretest)

คำชี้แจง 1) แบบทดสอบมี 7 หัวข้อ รวม 28 ข้อ (28 คะแนน)

2) จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว หรือเรียงลำดับตามคำสั่ง

1. จงเรียงลำดับเทคนิค GNSS ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด (ใส่หมายเลข)

..... Real-time Kinematic Single frequency GNSS DGPS
 Static GNSS Post-Processed Kinematic

2. สภาพการใช้งานในพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง การใช้งาน Base กับ Rover ในรูปแบบ RTK (ไม่ใช้ Network RTK หรือ CORS ช่วย) จะสามารถใช้งานได้ดีถึงรัศมีเท่าไร

100 – 200 เมตร 6 – 8 กิโลเมตร
 10 – 20 กิโลเมตร 50 – 70 กิโลเมตร

3. ค่า PDOP เท่าไร ที่จะให้ค่าพิกัดคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2 3
 6 9

4. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการประมวลผลภาพด้วย Drone

Drone RTK สามารถเชื่อมต่อกับ Network RTK หรือ CORS เพื่อรับค่าแก้ไขได้
 หากภาพที่ได้จาก Drone RTK มีจำนวนภาพที่มีค่าพิกัดแบบ Float มากกว่าค่าพิกัดแบบ Fixed เมื่อประมวลผลภาพแล้วจะได้ภาพแผนที่ที่แม่นยำกว่า
 การบินด้วย Drone RTK ควรทำ GCP อย่างน้อย 1 – 2 จุด
 การใช้ Drone PPK ให้ความถูกต้องของภาพสูงกว่า Drone RTK แต่เสียเวลาประมวลผลมากกว่า

5. ข้อกฎหมายกำหนดการบินโดรนในประเทศไทย ห้ามทำการบินโดยใช้ความสูงเกินกี่เมตร

60 เมตร 90 เมตร
 120 เมตร 150 เมตร

6. ในการวางแผนการบินให้เหมาะกับพื้นที่สำรวจภาพต้องซ้อนทับ (Overlap) กันอย่างน้อยเท่าไร

Frontal 50 และ Side 50 Frontal 60 และ Side 70
 Frontal 75 และ Side 60 Frontal 90 และ Side 80

7. GNSS System ที่เหมาะสมควรเลือกตัวไหน

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> GPS + SBAS | <input type="checkbox"/> GPS + GLonass + QZSS |
| <input type="checkbox"/> GPS + Beidou + Galileo | <input type="checkbox"/> GPS + Glonass + Beidou + Galileo + QZSS + SBAS |

8. กรณีที่เราต้องการค่าปรับแก้ในภาคสนาม 1 วัน โดยไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย 4G เราควรเลือกใช้พันธุ์ไทยรุ่นใด

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> PANTAI PRBL2MOB | <input type="checkbox"/> PANTAI PRBL2BASE |
| <input type="checkbox"/> PANTAI PRML2 | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |

9. ข้อใดไม่ใช่ประเภทของอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fixed wing | <input type="checkbox"/> Multicopter |
| <input type="checkbox"/> VTOL | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |

10. ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการใช้งานจุดควบคุมภาคพื้นดินสำหรับการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งบนโลก | <input type="checkbox"/> เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่ง |
| <input type="checkbox"/> ข้อ ก และ ข ถูก | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |

11. ข้อใดไม่ใช่ซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลภาพสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> WebODM | <input type="checkbox"/> Pix4D |
| <input type="checkbox"/> CloudCompare | <input type="checkbox"/> Agisoft Metashape |

12. ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจด้วยภาพถ่าย

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Point cloud | <input type="checkbox"/> แบบจำลองระดับ (DEM) |
| <input type="checkbox"/> Orthophoto | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |

13. ข้อใดคือสเปกขั้นต่ำของคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการ Windows สำหรับใช้งาน WebODM

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Memory อย่างน้อย 4GB ขึ้นไป | <input type="checkbox"/> Hard Disk อย่างน้อย 20GB ขึ้นไป |
| <input type="checkbox"/> รองรับ CPU 32-bit และ 64-bit | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ ก และ ข |

14. ข้อใดเป็นโปรแกรมประมวลผลภาพแบบเชิงพาณิชย์

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ODM | <input type="checkbox"/> Pix4D |
| <input type="checkbox"/> MICMAC | <input type="checkbox"/> WebODM |

15. ข้อมูล Digital Elevation Model ใน WebODM มีกี่แบบอะไรบ้าง

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 แบบ คือ DEM | <input type="checkbox"/> 2 แบบ คือ DSM และ DTM |
| <input type="checkbox"/> 3 แบบ คือ DSM, DTM, Hillshade | <input type="checkbox"/> 4 แบบ คือ DSM, DTM, Hillshade, Texture |

16. ถ้าต้องการสร้างไฟล์ GCP Text file จะทำในเมนูอะไร

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ground Control Point Interface | <input type="checkbox"/> Dashboard |
| <input type="checkbox"/> Processing Nodes | <input type="checkbox"/> Diagnostic |

17. ถ้าต้องการเรียกบริการข้อมูลรูปแปลงที่ดินจากระบบค้นหารูปแปลงที่ดิน จะต้องใช้การบริการประเภทใดที่จะสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านโปรแกรม QGIS

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Web Feature Service (WFS) | <input type="checkbox"/> Web Map Service (WMS) |
| <input type="checkbox"/> Web Coverage Service (WCS) | <input type="checkbox"/> Web Processing Service (WPS) |

18. ถ้าต้องการแสดงรูปภาพมุมสูงที่ถ่ายจากโดรน ซึ่งจะต้องมีความเชื่อมโยงกับข้อมูลรูปแปลงที่ดิน จะต้องใช้เครื่องมือใด

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Add Image | <input type="checkbox"/> Actions |
| <input type="checkbox"/> Fields | <input type="checkbox"/> Labels |

19. แอปพลิเคชันไหนที่สามารถเชื่อมกับโปรแกรม QGIS เพื่อ Sync กับข้อมูลที่สำรวจจากภาคสนามได้

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Pix4Dcapture | <input type="checkbox"/> MyGPS |
| <input type="checkbox"/> QField | <input type="checkbox"/> DroneBlocks |

20. ถ้าต้องการจะถ่ายโอนข้อมูลแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลลงในโปรแกรม QGIS ต้องใช้ปลั๊กอินอะไร

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ImportPhoto | <input type="checkbox"/> ExcelSync |
| <input type="checkbox"/> QRealTime | <input type="checkbox"/> QField Sync |

21. เหมืองแร่มีกี่ประเภท แต่ละประเภทต้องรายงานข้อมูลการรังวัดภูมิประเทศด้วยอากาศยานไร้คนขับปีละกี่ครั้ง

- 1 ประเภท ส่งรายงานข้อมูลปีละ 1 ครั้ง
- 2 ประเภท ประเภทที่ 1 รายงานข้อมูลปีละครั้ง ประเภทที่ 2 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง
- 3 ประเภท ประเภทที่ 1 และ 2 รายงานข้อมูลปีละครั้ง ประเภทที่ 3 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง
- 3 ประเภท ประเภทที่ 1 รายงานข้อมูลปีละ 1 ครั้ง ประเภทที่ 2 และ 3 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง

22. ข้อใดต่อไปนี้มีผลต่อความคมชัดของภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับน้อยที่สุด

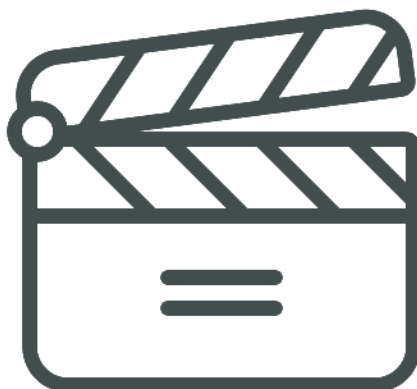
- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> ความสูงบิน | <input type="checkbox"/> ความละเอียดกล้องถ่ายภาพ |
| <input type="checkbox"/> ความเร็วบิน | <input type="checkbox"/> จุดเปิดถ่ายภาพ |

23. หากถ่ายภาพวัตถุที่มีการเคลื่อนที่การตั้งค่ากล้องอย่างไรมีผลกับความคมชัดของภาพน้อยที่สุด

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า Aperture | <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า Speed Shutter |
| <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า ISO | <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า White Balance |

24. จุดที่ต้องทำการรังวัดค่าพิกัดตำแหน่งในภูมิประเทศจริง และรังวัดค่าพิกัดในผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของภาพถ่าย เพื่อที่จะตรวจสอบค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล คือข้อใด
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ground Control Point | <input type="checkbox"/> Check Point |
| <input type="checkbox"/> Fiducial Mark | <input type="checkbox"/> Principal Point |
25. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลสำหรับการวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูง | <input type="checkbox"/> ขนาดพื้นที่เหมาะสมกับการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ |
| <input type="checkbox"/> ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจ | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |
26. ระดับความสูงบินของอากาศยานไร้คนขับมีผลต่อสิ่งใด
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ความละเอียดจุดพื้นดิน (GSD) | <input type="checkbox"/> ความถูกต้องของผลลัพธ์ |
| <input type="checkbox"/> จำนวนภาพถ่าย | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |
27. จำนวนจุดควบคุมภาพถ่ายอย่างน้อยที่สุดต่อล๊อคการประมวลผลภาพถ่าย
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 4 จุด | <input type="checkbox"/> 5 จุด |
| <input type="checkbox"/> 6 จุด | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |
28. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานก่อสร้าง
- การคำนวณหาปริมาณวัสดุและแรงงานที่จะใช้ ในการก่อสร้าง
 - การสำรวจเพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง
 - การติดตามความก้าวหน้าในงานก่อสร้าง
 - การคำนวณปริมาณงานดินตัด-ถม

2.2 แบบประเมินก่อนพัฒนาทักษะ (Pre Embedded Skill)



ส่วนที่ 1 สำหรับผู้เรียน

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ – นามสกุล.....
สถานประกอบการ.....

เปรียบเทียบความรู้และทักษะที่ได้รับหลังเข้าร่วมพัฒนาทักษะ กับ พื้นฐานความรู้เดิม

- () ได้พัฒนาทักษะใหม่ที่เพิ่มเติมและเป็นประโยชน์ มากกว่าความรู้เดิม
- () ไม่ได้รับการพัฒนาด้านทักษะ

ความพึงพอใจต่อหลักสูตรพัฒนาทักษะ

- () พึงพอใจมากที่สุด
- () พึงพอใจมาก
- () พึงพอใจปานกลาง
- () พึงพอใจน้อย

ส่วนที่ 2 สำหรับเจ้าของกิจการ หรือหัวหน้างาน

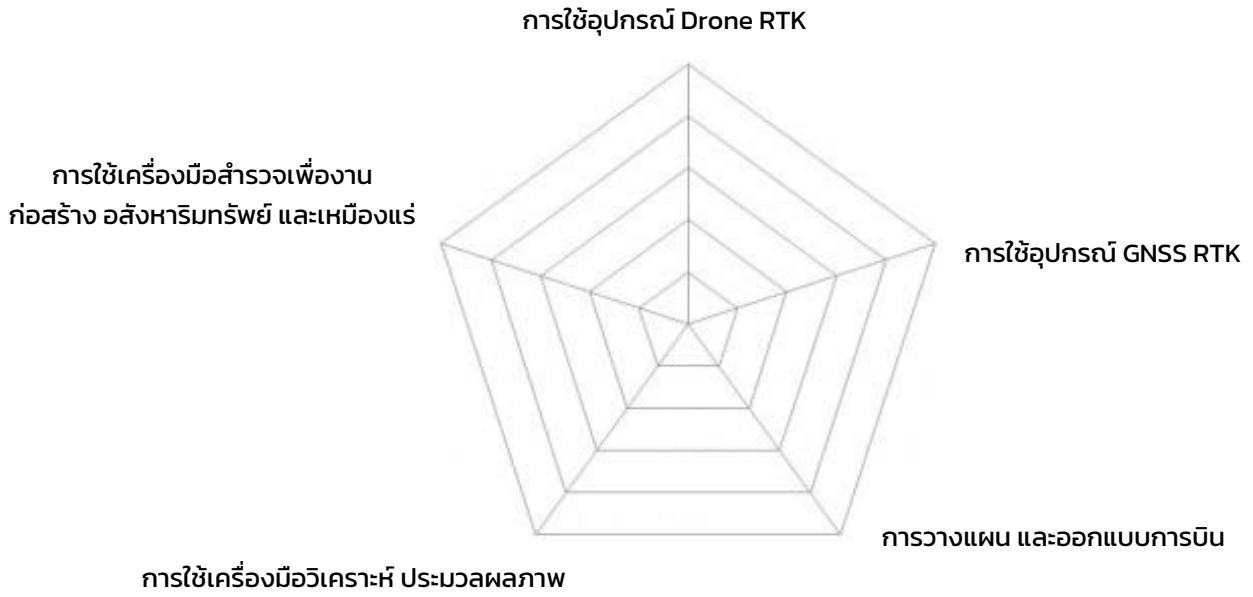
ประเมินผู้เรียน โดยให้คะแนน มีความหมายระดับคะแนน ดังนี้

- 0 = Beginner ไม่มีความรู้ ไม่มีทักษะ
- 1 = Learner มีความเข้าใจในทฤษฎีเบื้องต้น
- 2 = Practitioner มีความเข้าใจในทฤษฎีอย่างเต็มที่ มีความรู้ด้านปฏิบัติเล็กน้อย สามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาที่ไม่ซับซ้อนได้
- 3 = Experienced มีความเข้าใจในทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเต็มที่ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาซับซ้อนปานกลางได้
- 4 = Embedded เกิดทักษะติดตัว สามารถเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนมากได้ และสามารถกำหนดแผนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานในองค์กรได้ และนำไปสู่การต่อยอดเพื่อลงมือทำจริง
- 5 = Broaden เกิดทักษะอย่างถ่องแท้ในระดับผู้เชี่ยวชาญ และสามารถถ่ายทอดทักษะให้แก่ผู้อื่นได้

กรุณา (✓) ในช่องระดับคะแนน

ผลลัพธ์ทักษะ	ระดับคะแนน					
	0	1	2	3	4	5
1. การใช้อุปกรณ์ Drone RTK						
2. การใช้อุปกรณ์ GNSS RTK						
3. การวางแผน และการออกแบบการบิน						
4. การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ประมวลผลภาพ						
5. ทักษะการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานสำรวจก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่						

การวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะด้วยกราฟเรดาร์ (Radar Chart)



บทที่ 3 : การพัฒนาทักษะ



3.1 บทที่ 1: GNSS RTK & DRONE RTK

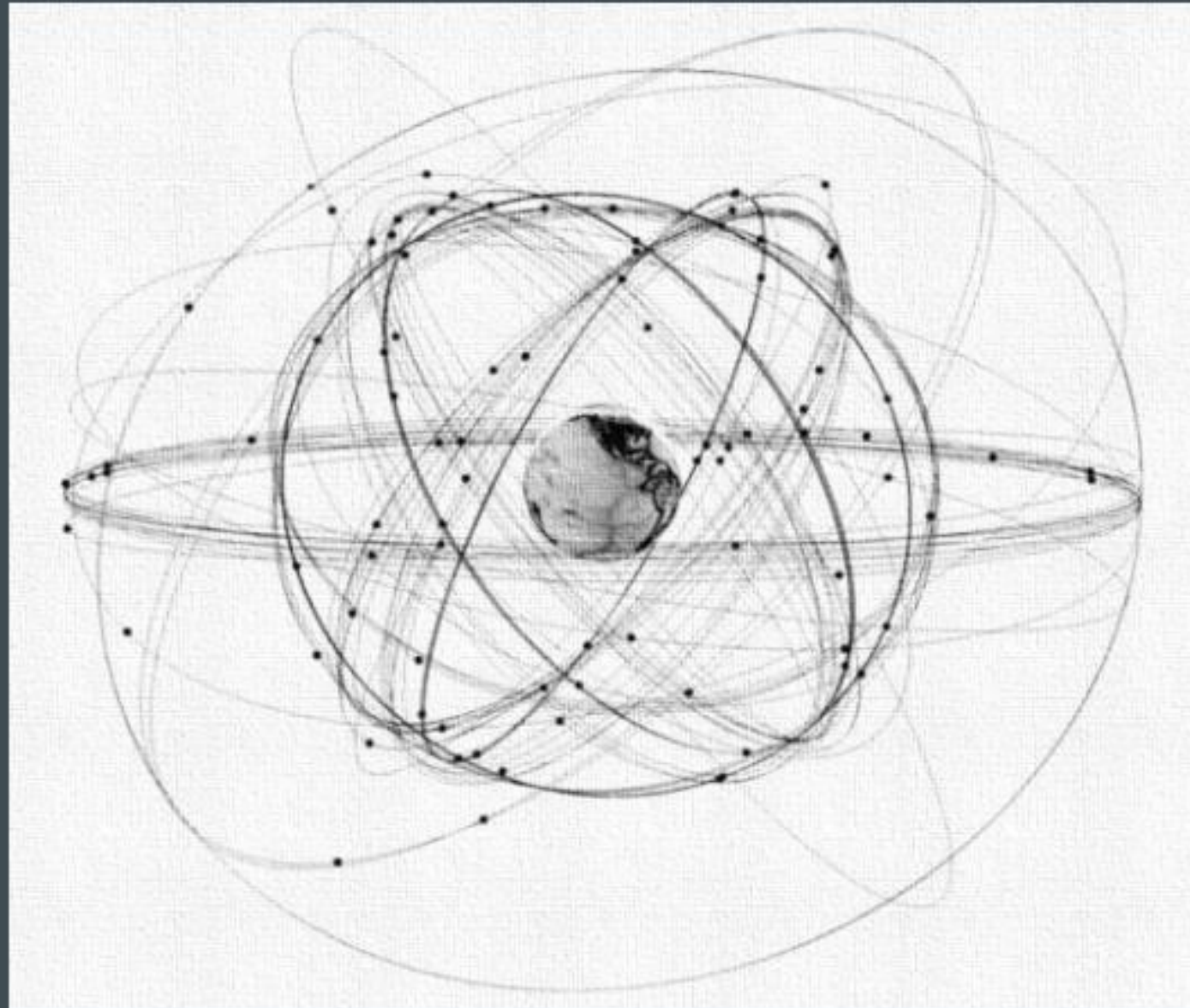




The poster features a dark blue background with various geometric shapes and patterns in orange and white. At the top center, there is a circular logo of Naresuan University and a green square with the text 'Sci.Park @NU'. Below these, the main title 'GNSS RTK' is written in large white letters, followed by 'Brain Power Skill Up' and 'Feb 15-18, 2021'. At the bottom, the speaker's name 'Asst.Prof.Dr.Duangduen Asavasuthirakul' and his affiliation 'Department of Computer Science & Information Technology, Naresuan University' are listed.

- 01. GNSS Basic
- 02. GNSS Techniques
- 03. GNSS RTK
- 04. CORS & Network RTK
- 05. Accuracy Control
- 06. Drone RTK





01

GNSS

Basic Theory





..... GNSS

Global Navigation Satellite System



GPS

USA



GLONASS

Russia



Galileo

EU



BeiDou

China



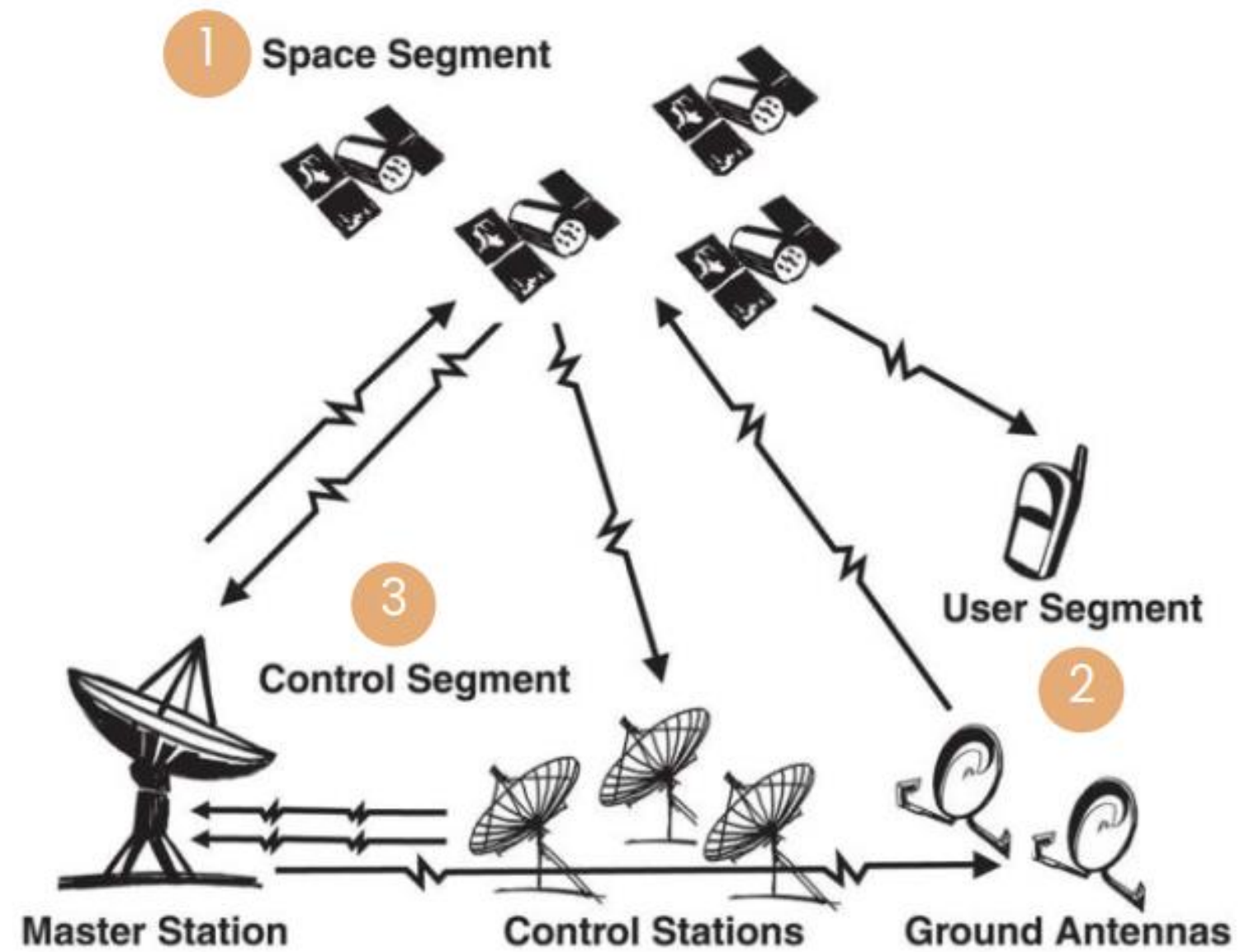
Basic Functions of GNSS

- Position & coordinates (latitude, longitude, altitude)
- Direction of travel between any two points
- Travel velocity.
- Accurate time of the day



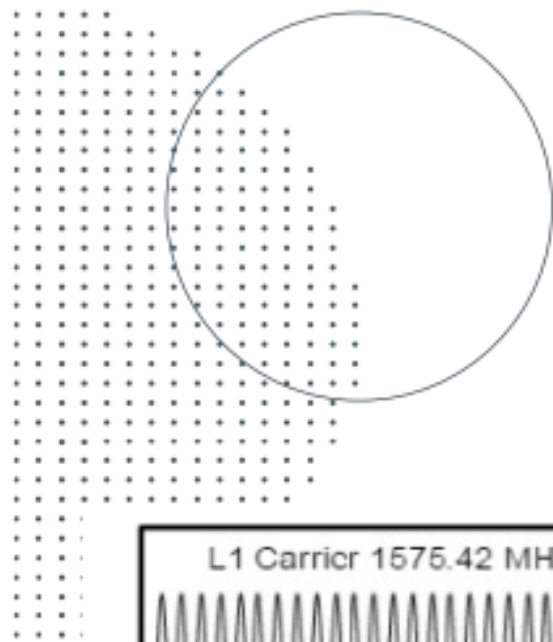
Provides this information anytime, anywhere and in any weather conditions.

3 Main Segments to any GNSS



<https://images.app.goo.gl/ahkz4NCprKTdoVMr7>





GPS Signal

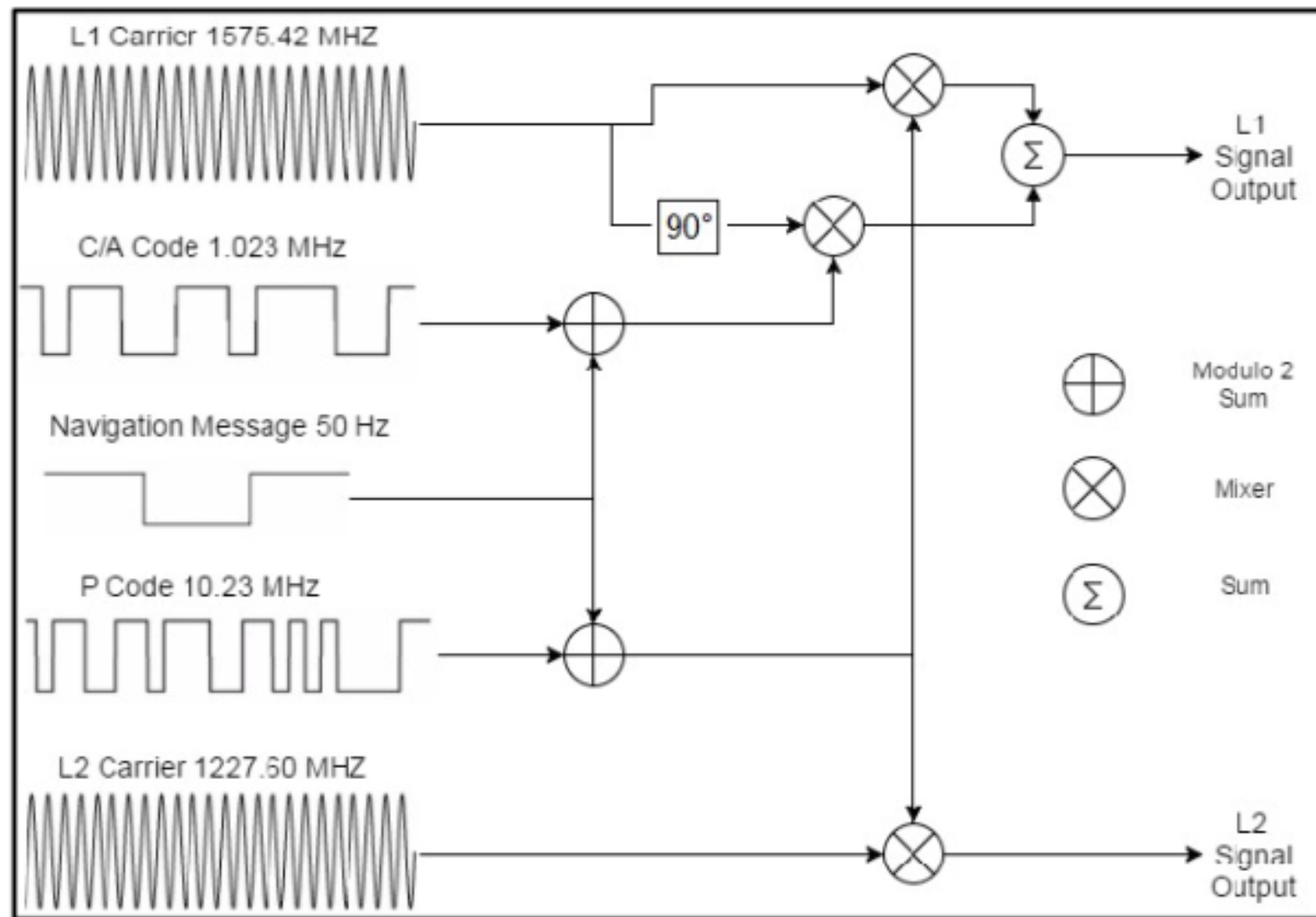
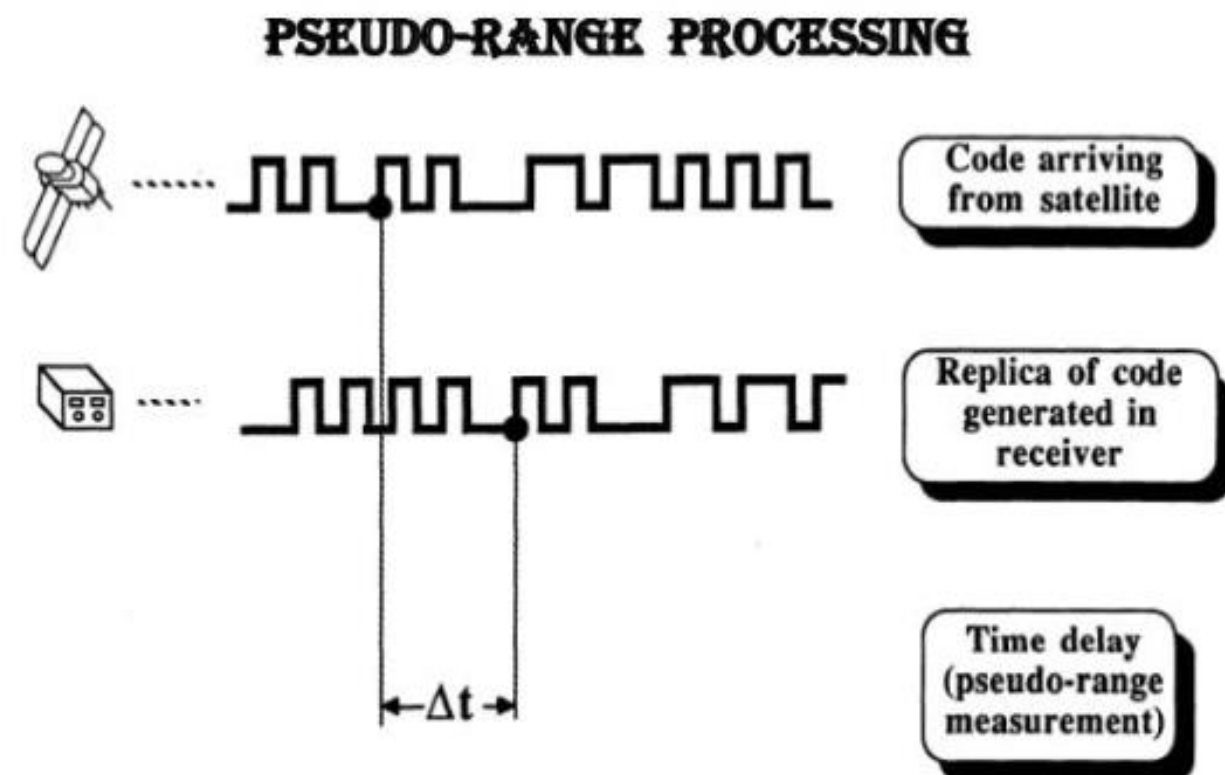


Fig. 1. GPS signal modulation [6]

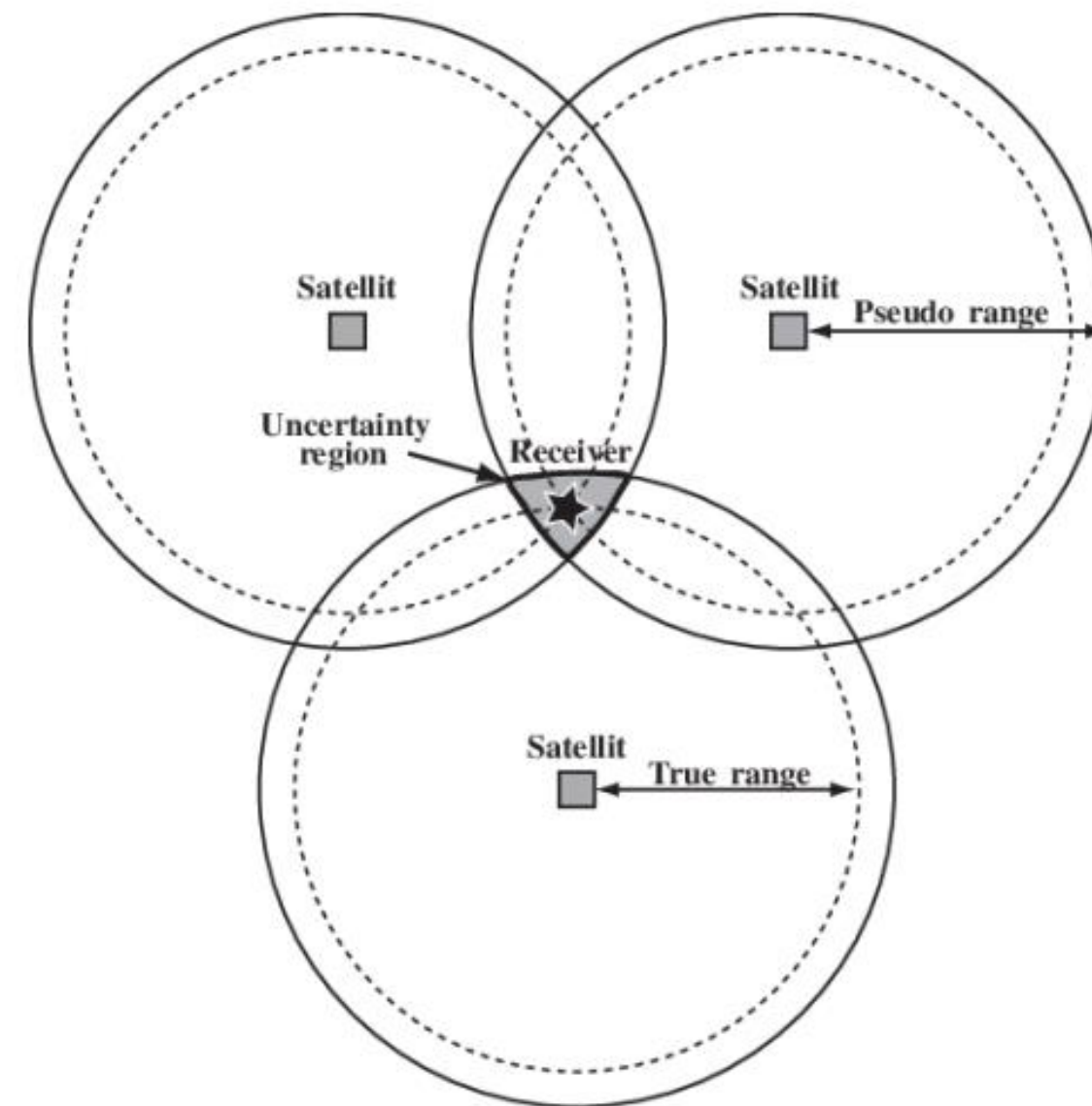
- C/A (Coarse Acquisition)
 - Civilian users
 - On L1 frequency
- P-code
 - Military users
 - On L1 & L2 frequencies
- Navigation Message
 - Ephemeris data: satellites' orbits, clock correction, etc.
 - Almanac: orbital info



3D Trilateration

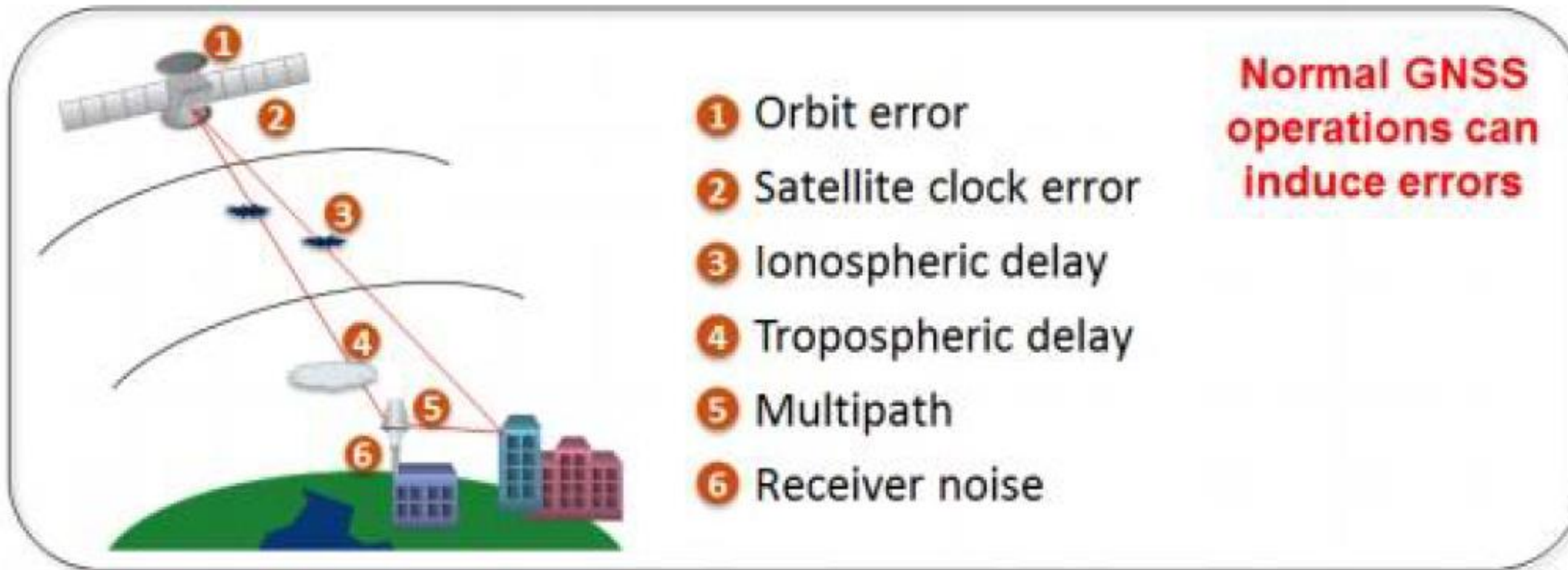


$$\text{Range } (\rho) = \Delta t \times \text{Speed of Light}$$



<https://images.app.goo.gl/WFbKybsLgGrZGFbo7>

Sources of Error

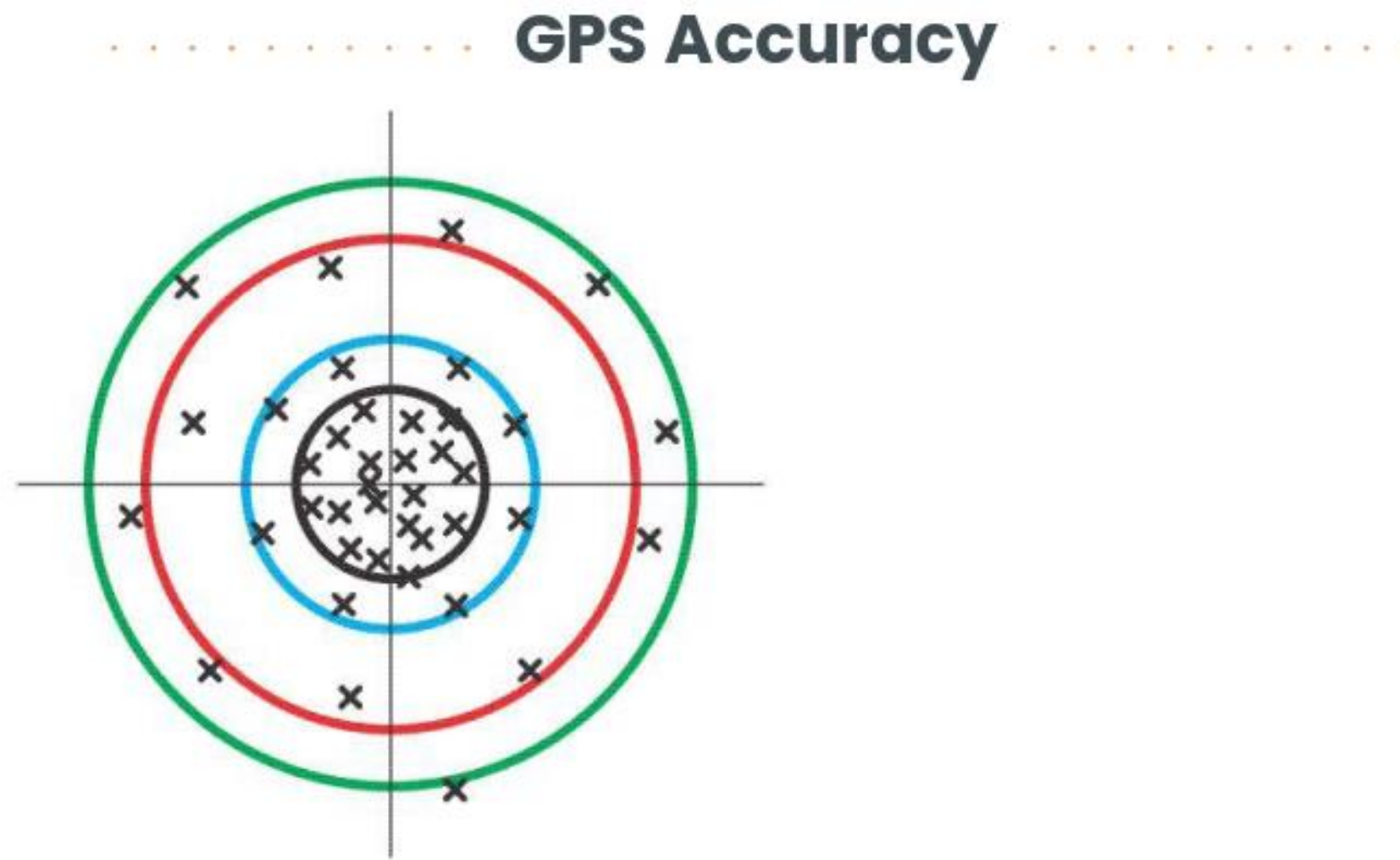
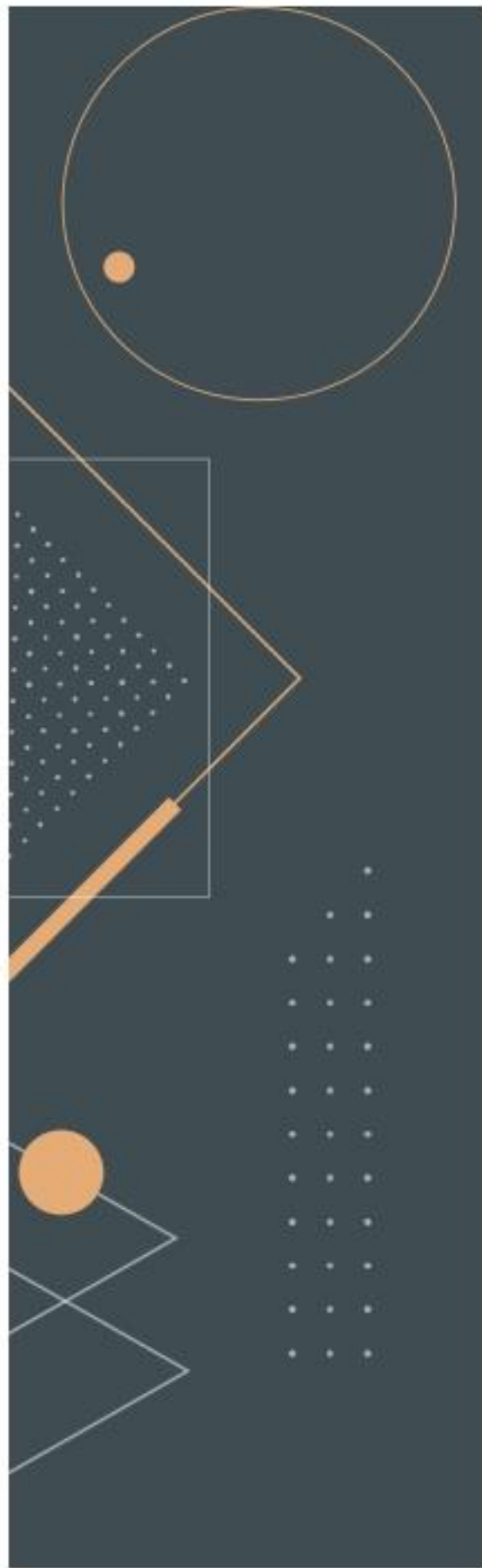


https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.microsemi.com%2Fdocument-portal%2Fdoc_download%2F137525-gnss-security-for-pnt-applications&psig=AOvVaw1qYGWDjCStqTbaaRrxVQ1G&ust=1611292575391000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCKCk7eGirO4CFQAAAAAdAAAAABAN

Sources of Error

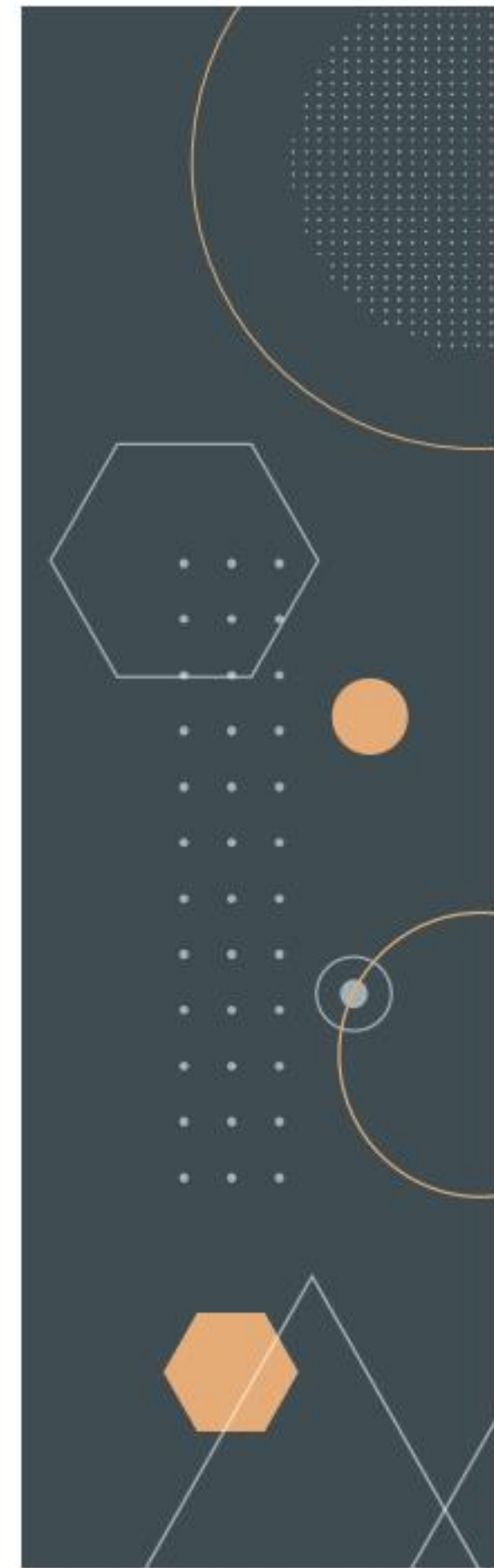
Contributing Source	Error Range	Segment
Satellite clocks	± 2.0 m	Signal-In-Space
Orbit errors	± 2.5 m	Signal-In-Space
Ionospheric delays	± 5.0 m	Atmosphere
Tropospheric delays	± 0.5 m	Atmosphere
Multipath	± 1.0 m	Receiver
Receiver noise	± 0.3 m	Receiver



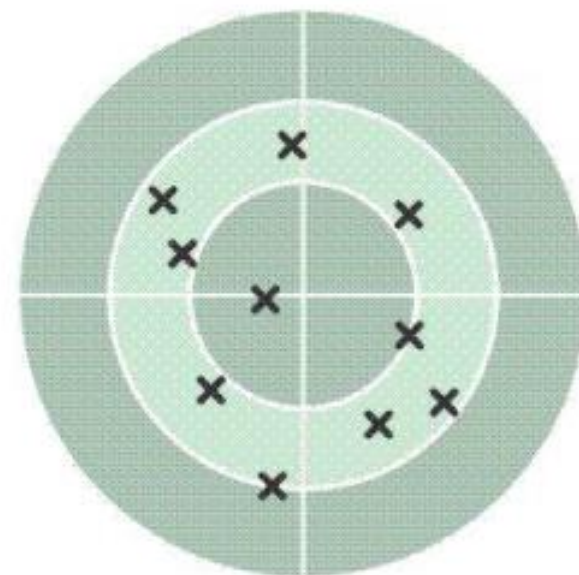
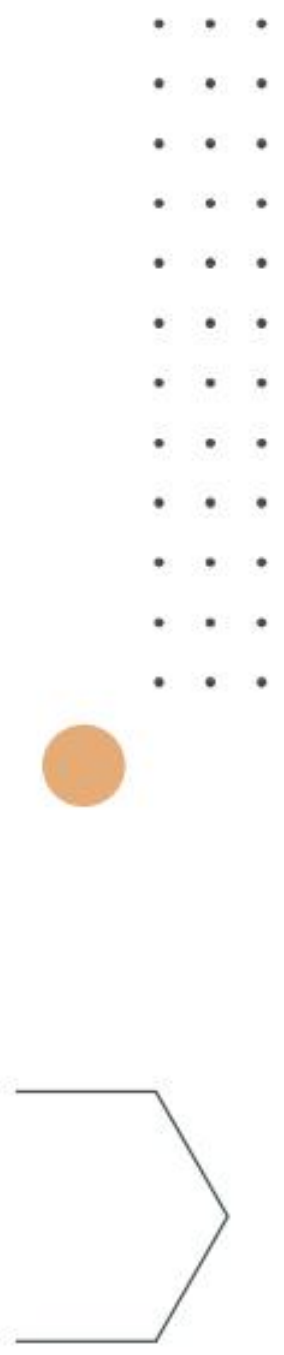


Circular Error Probable (CEP) = 50% = 0.5m Error Circle Radius = $\pm 0.5m$
1-Sigma (1σ) = 68% = 0.6m Error circle Radius = $\pm 0.6m$
 $E_{90} = 90\% = 0.9m$ Error Circle Radius = $\pm 0.9m$
 $E_{95} = 95\% = 1.0m$ Error Circle Radius = $\pm 1.0m$

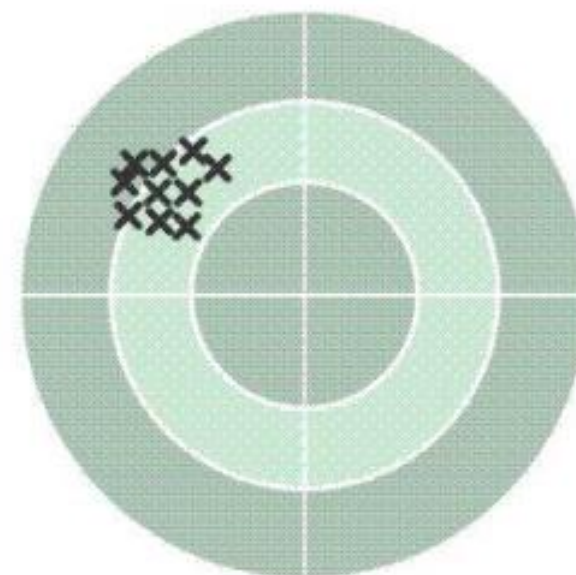
<https://www.e-education.psu.edu/geog862/print/I7.html>



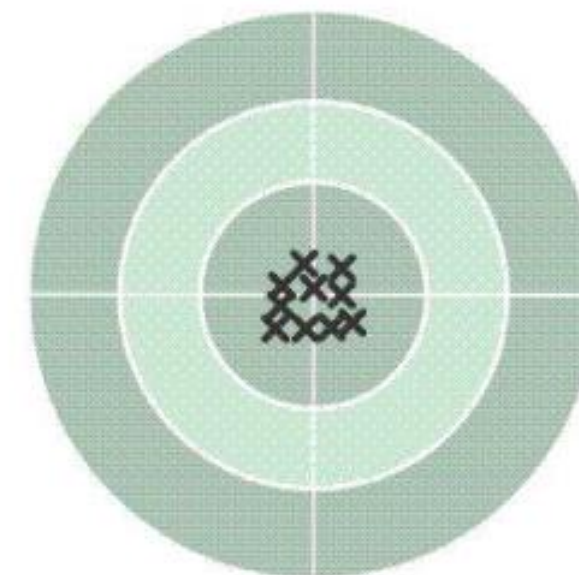
Precision & Accuracy



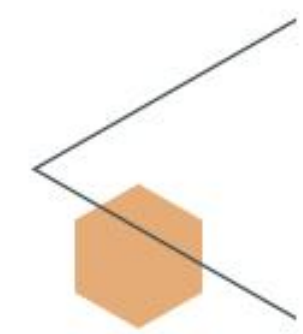
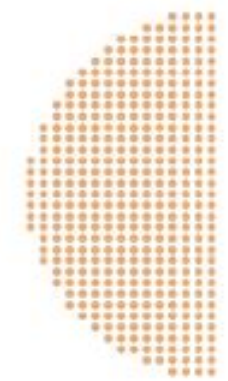
(A)
Accurate
but not
precise



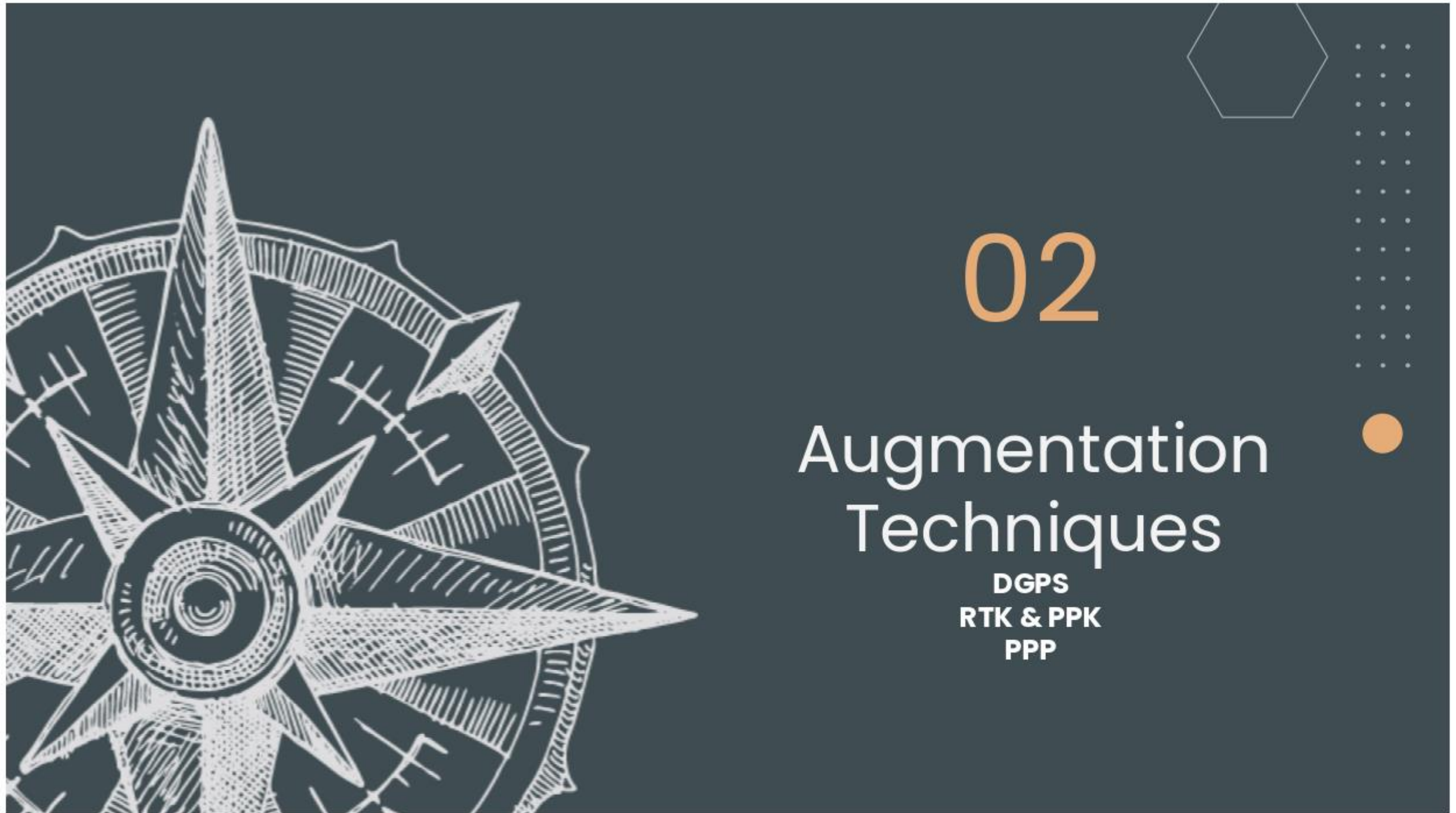
(B)
Precise
but not
accurate

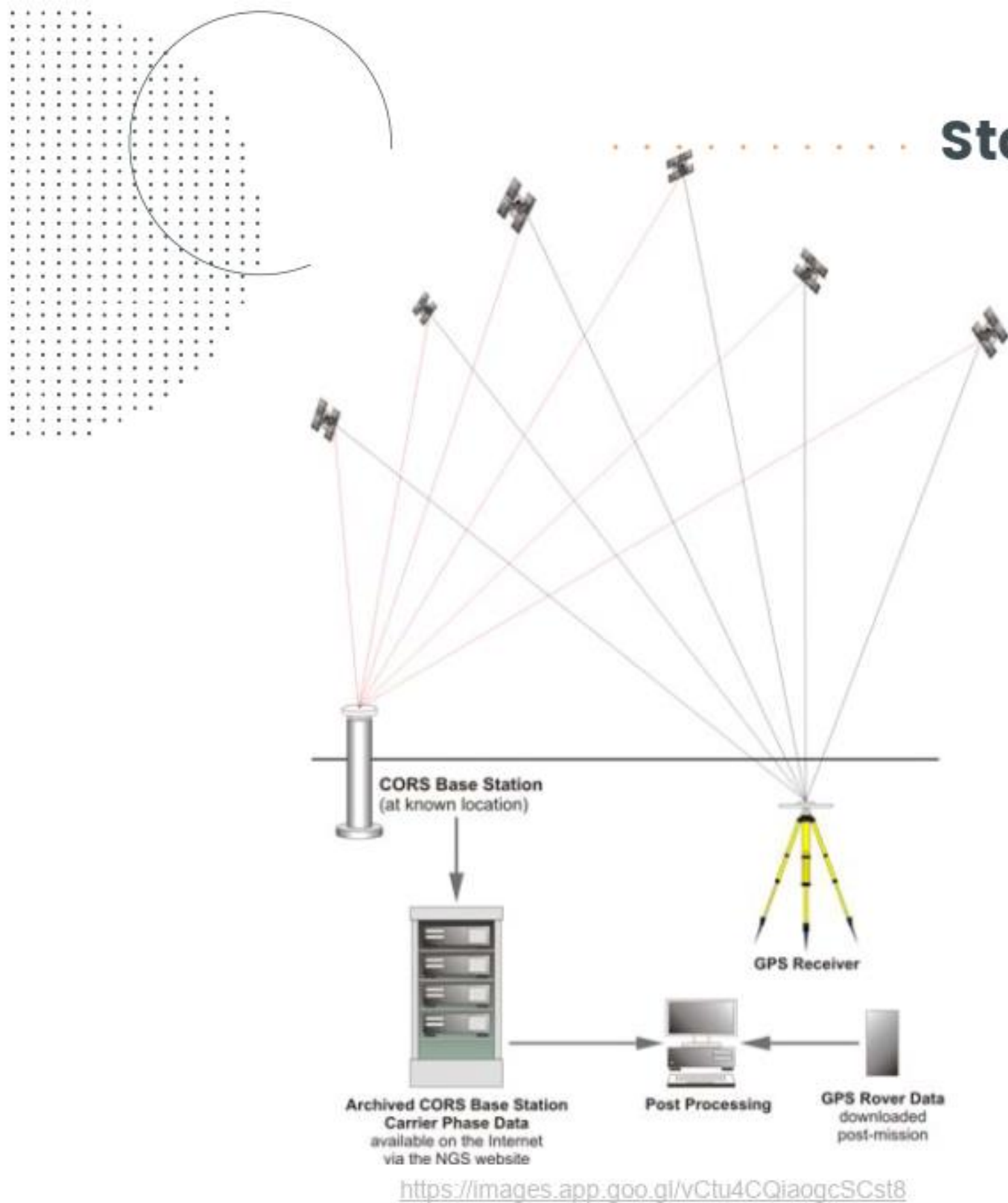


(C)
Accurate
and
precise



<https://images.app.goo.gl/4QY8skjeG1MT3Uwo7>

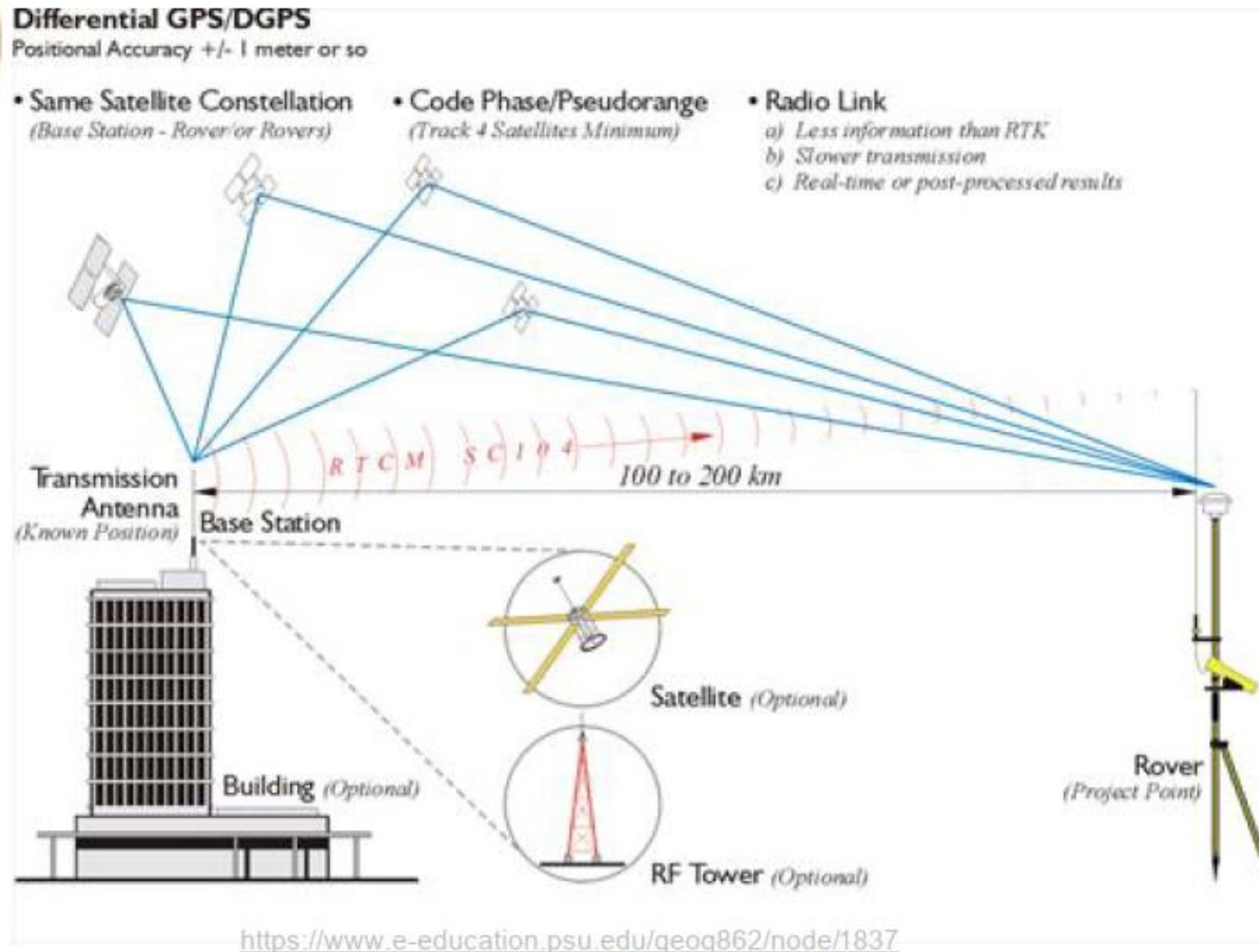




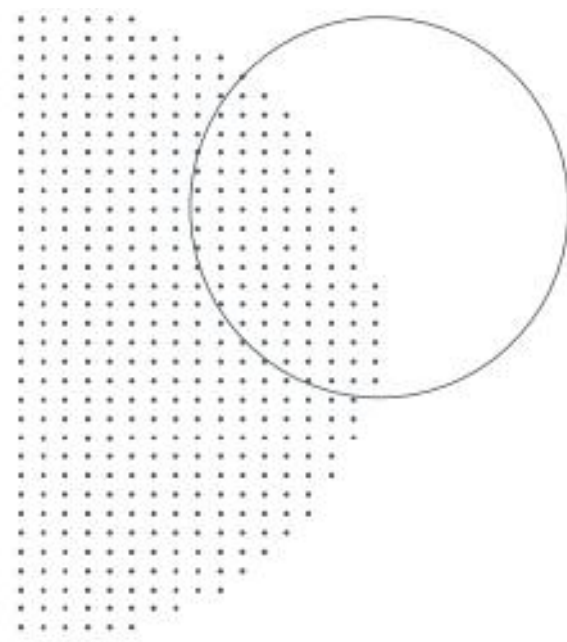
- Long-duration occupations over well-monumented marks
- Data is always differentially corrected in post-processing using data from nearby GNSS stations
- Highest quality antennas & receivers
- A few millimeters accuracy



Differential GPS (DGPS)



- Based on pseudoranges / code phase
- Real-time positioning
- Pseudorange corrections are broadcast from the base to the rover or rovers
- Meter or submeter accuracy

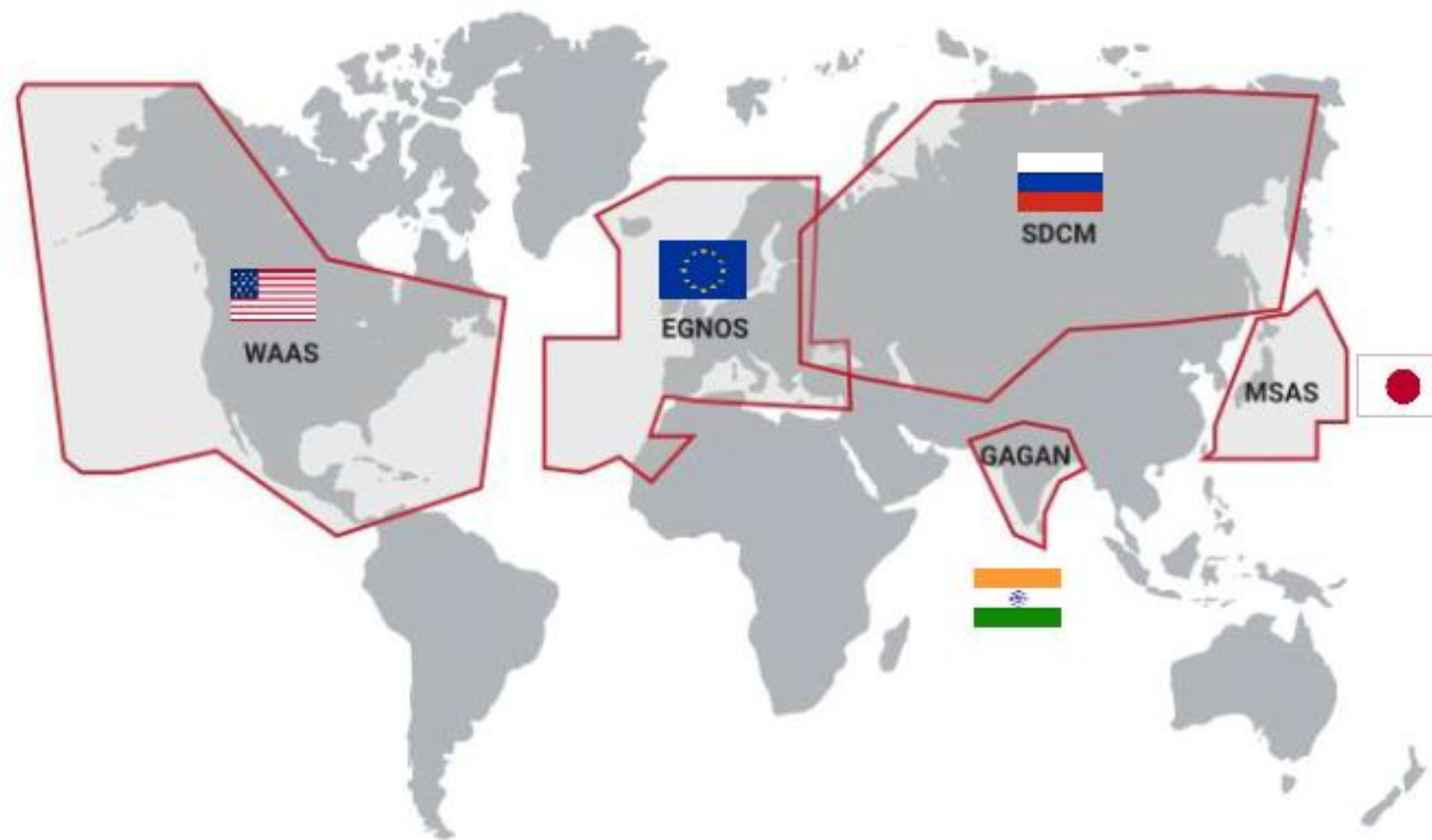


Differential GPS (DGPS)

Local-Area Augmentation System

Satellite-based augmentation system (SBAS)

Ground-based augmentation system (GBAS)



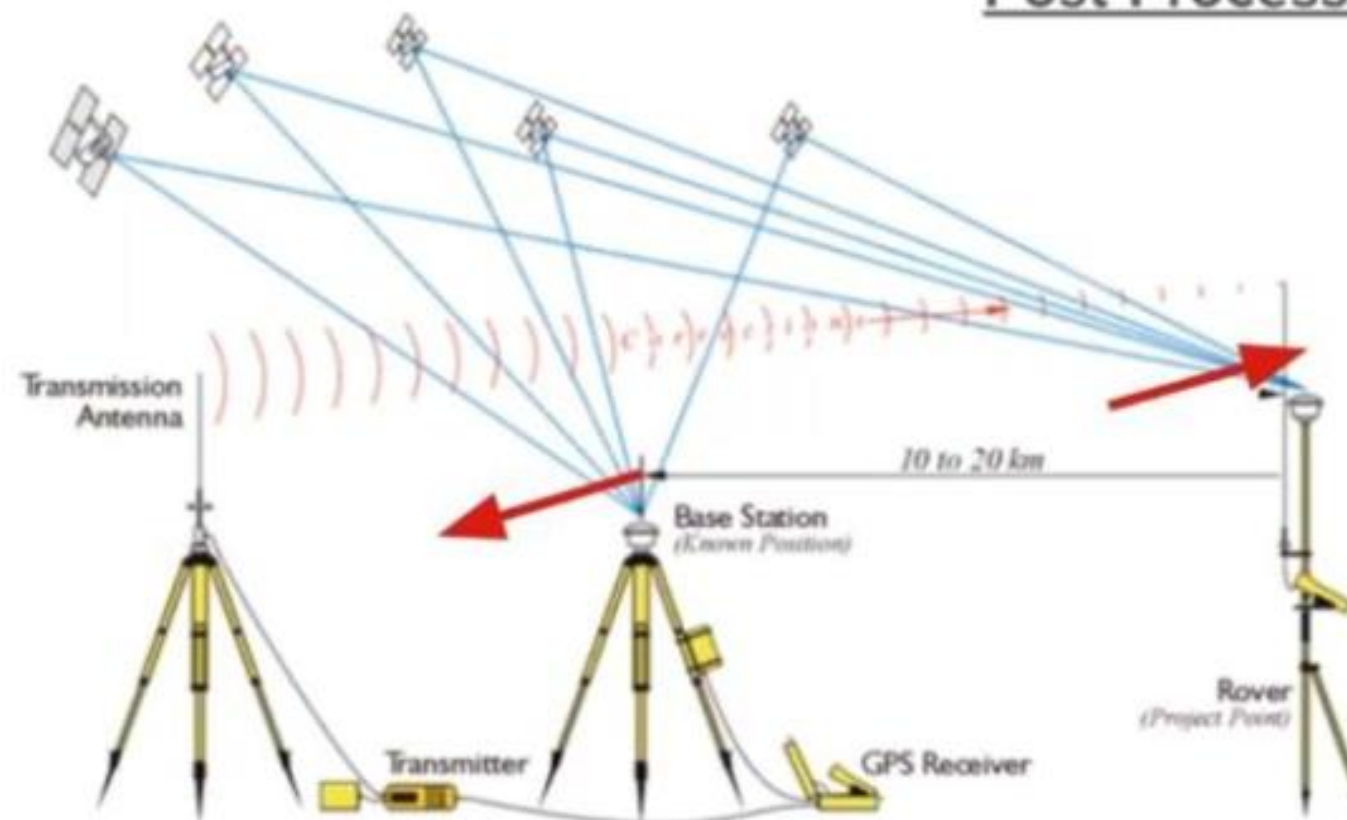
- Wide Area Augmentation System (WAAS) – **2 Sats**
- European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) – **3 Sats**
- System for Differential Corrections and Monitoring (SDCM) – **4 Sats**
- Multi-functional Satellite Augmentation System (MSAS) – **2 Sats**
- GPS-aided GEO augmented navigation (GAGAN) – **3 Sats**



Real-Time Kinematic

RTK and PPK Basics

“Classic” base & rover setup



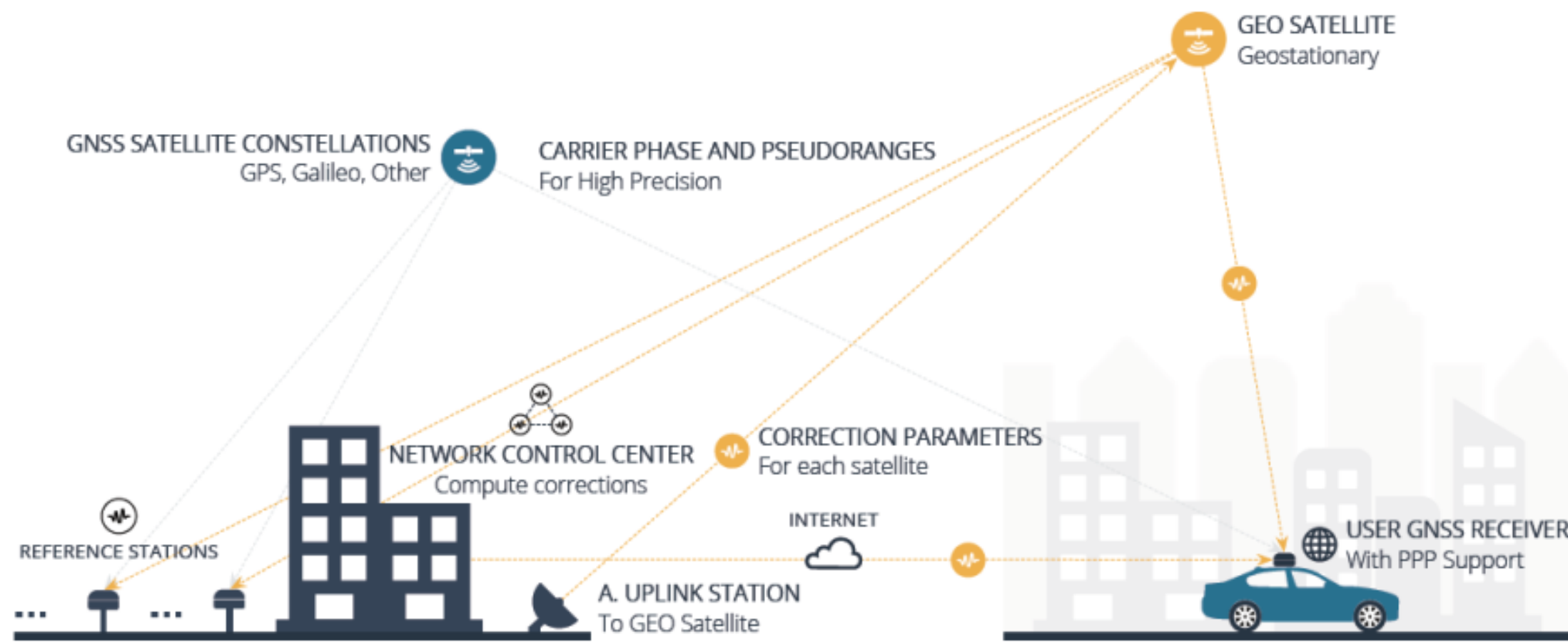
Real Time Kinematic

Post-Processed Kinematic

- Based on **carrier phase** observables
- **Single (L1)** or **dual frequencies (L1/L2)**
- **Real-time** positioning
- Within **10 km** range between Base & Rover
- **Submeter to a few centimeter** accuracy

<https://www.heliguy.com/blog/2019/01/24/is-rtk-the-future-of-drone-mapping/>

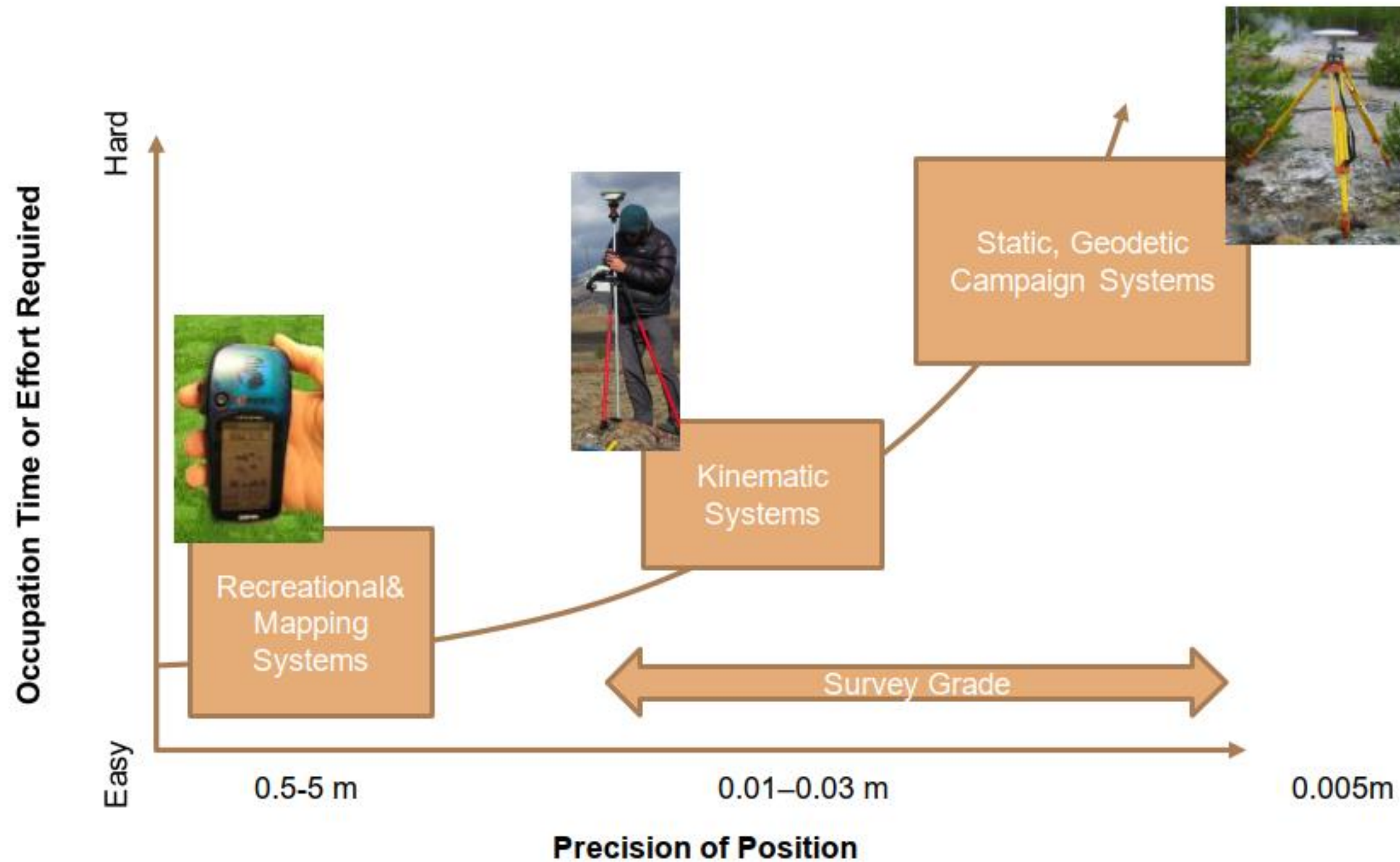
Precise Point Positioning (PPP)



- Calculate GNSS errors using a network of ground reference stations
- Transmit corrections with precise position of the satellites, and clock offsets via satellites or Internet
- World-wide coverage
- 5-10 cm accuracy

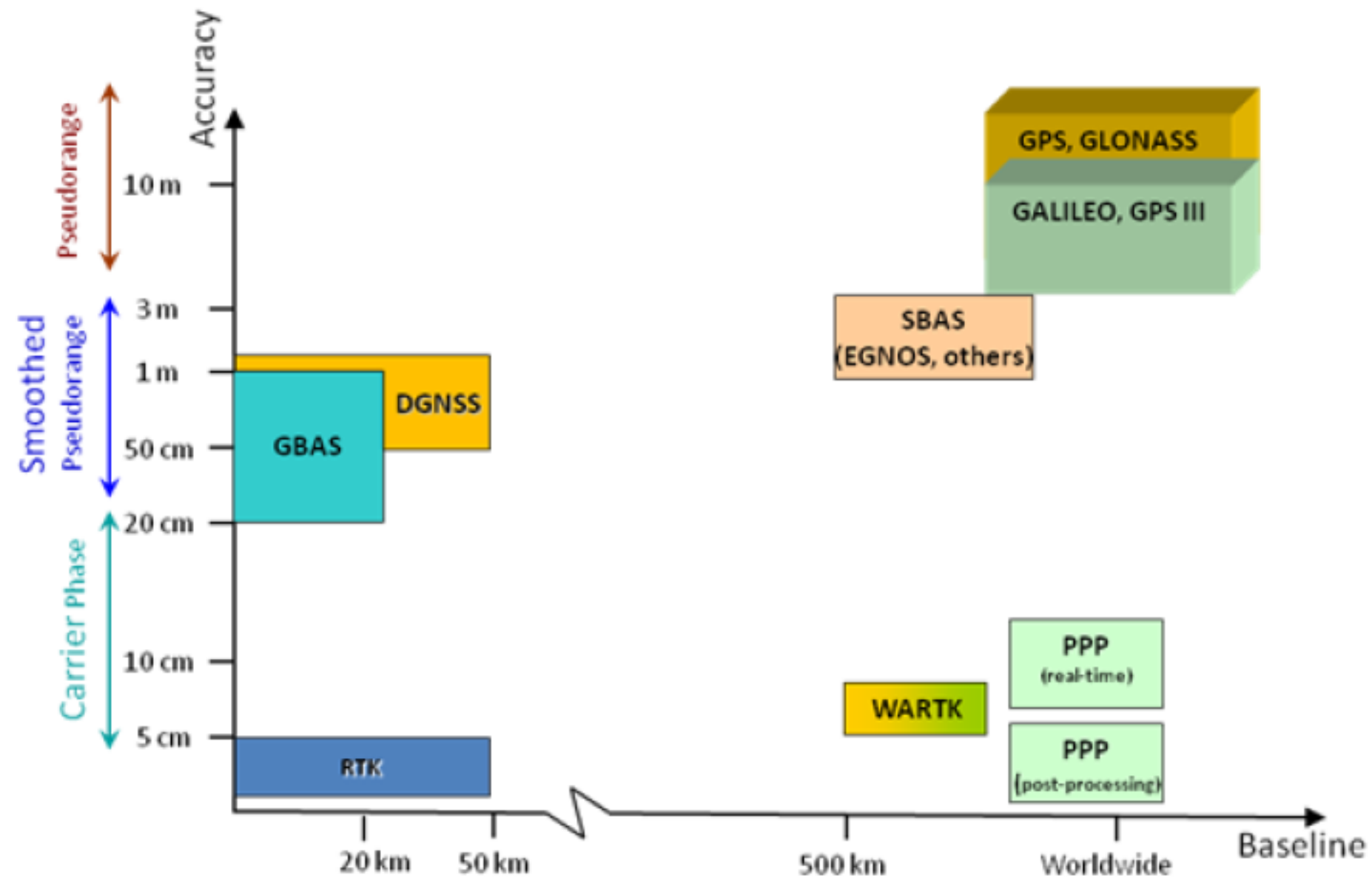
<https://www.researchgate.net/publication/342396504> Challenges in Characterization of GNSS Precise Positioning Systems for Automotive

Precision depends on system

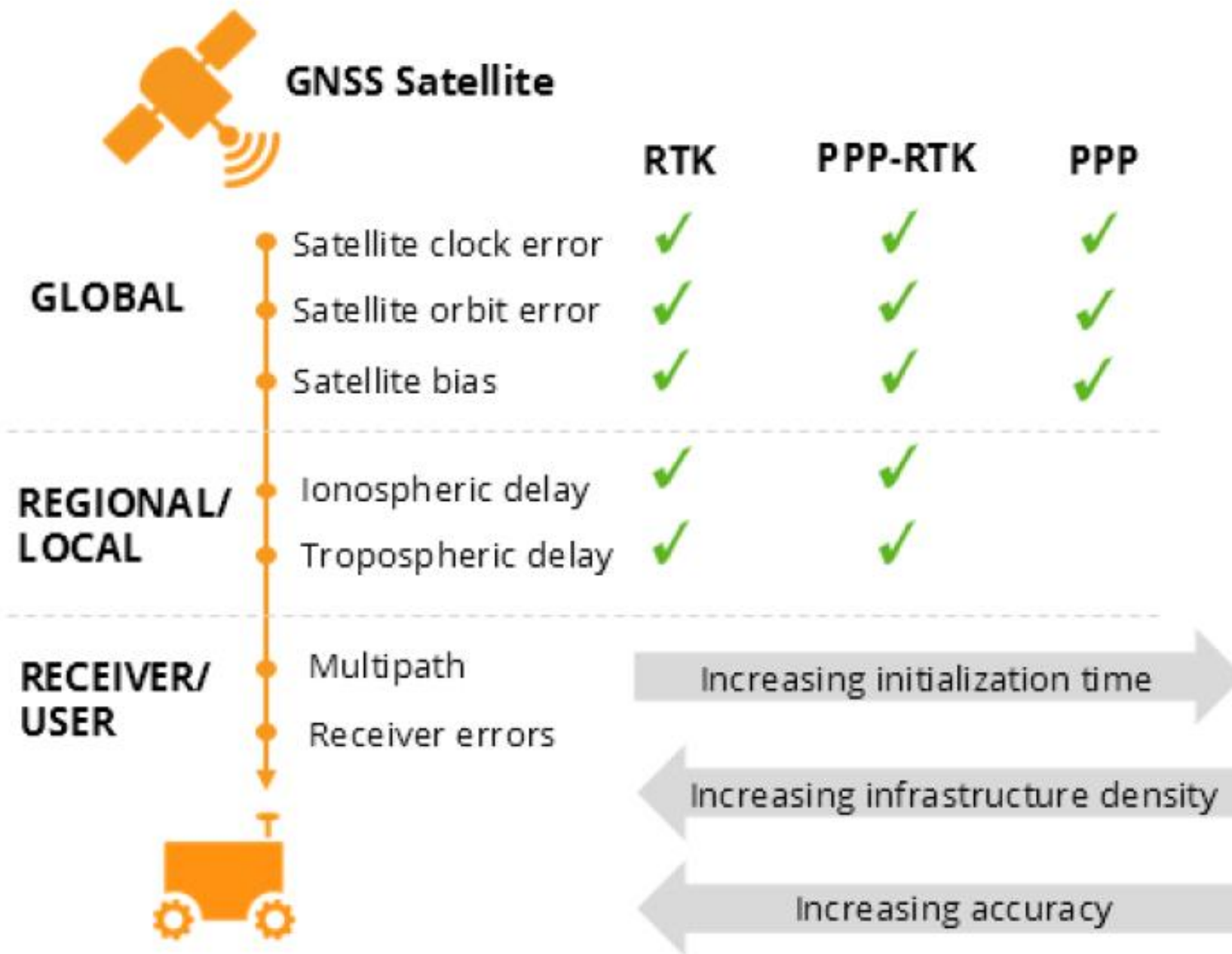


(Images: Ben Crosby)

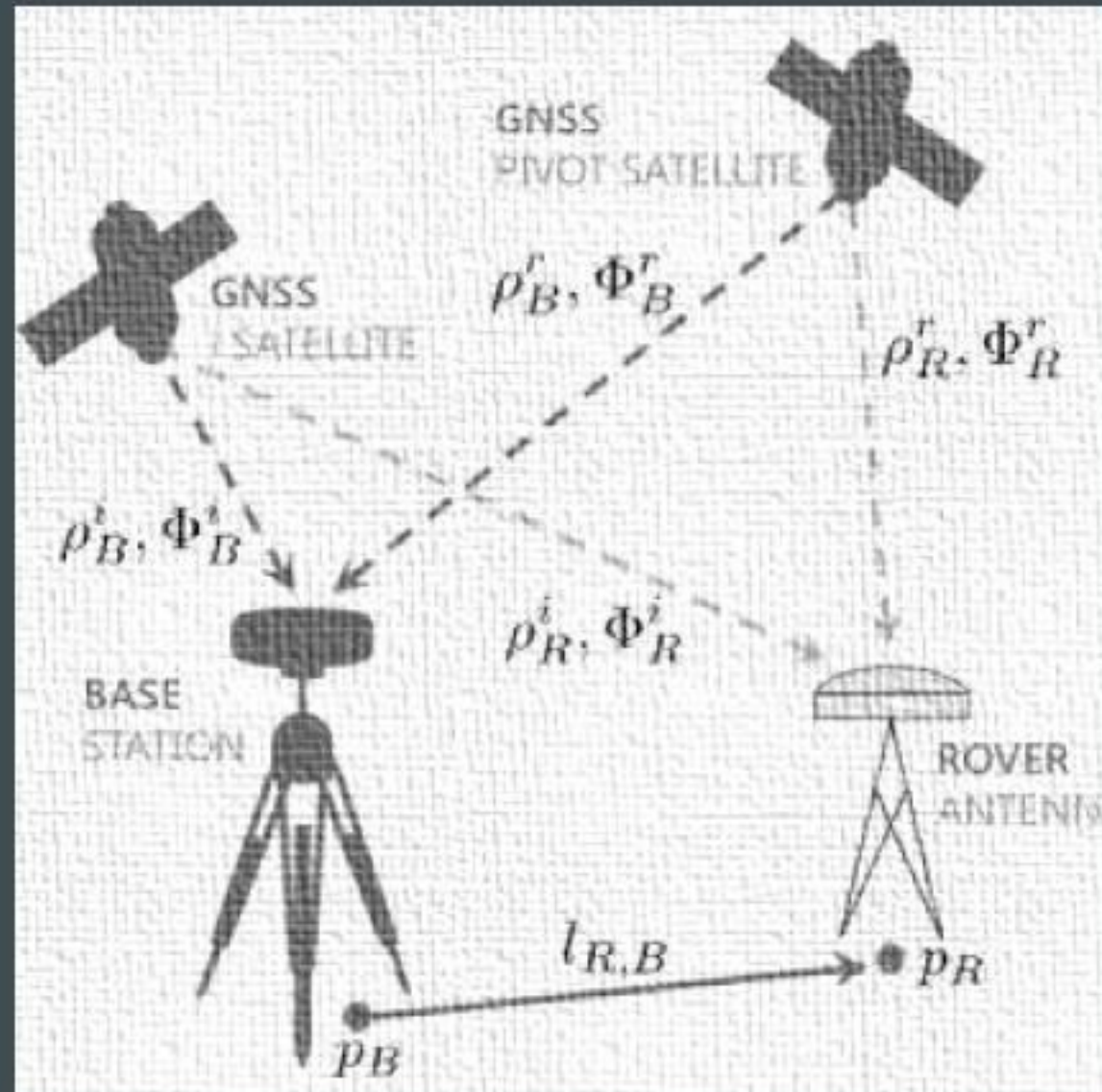
GNSS Augmentation



https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GNSS_Augmentation



<https://www.septentrio.com/en/insights/gnss-corrections-demystified>

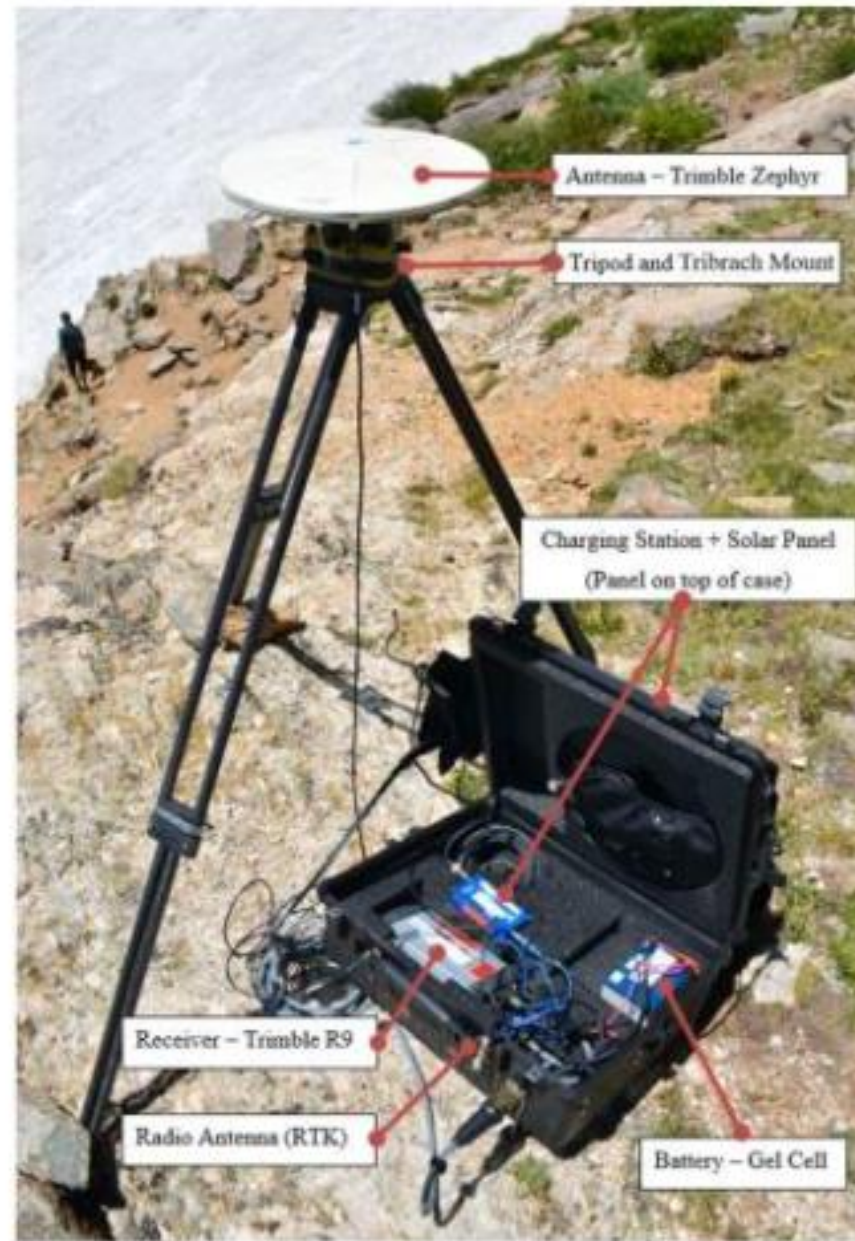


03

GNSS RTK



Kinematic components



Base Station and Radio



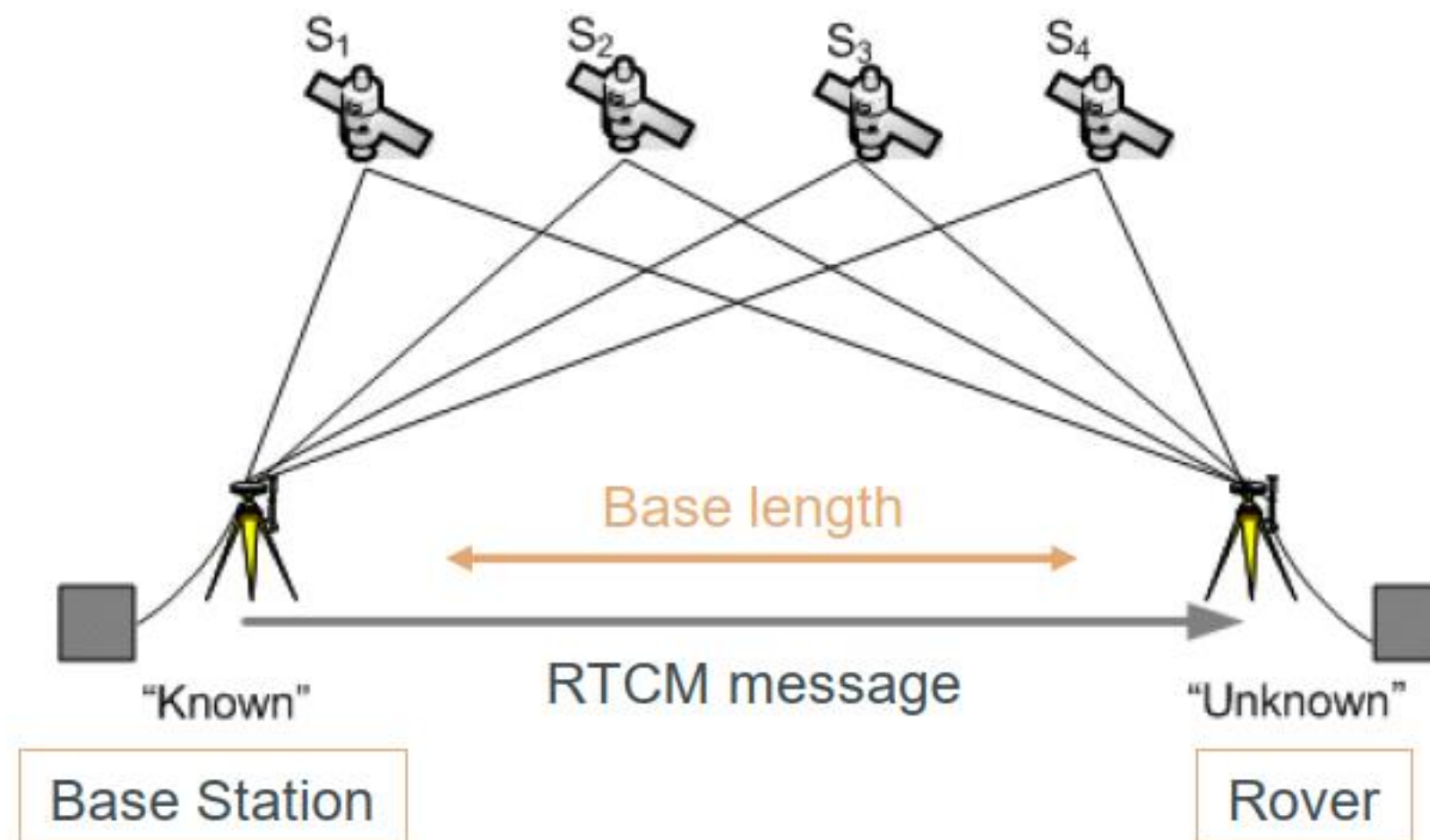
Rover Antennas and Receiver

(Images: Ian Lauer, Ben Crosby)

Real-Time Kinematic

Radio Link

- Base station antenna receives data from satellites.
- The position drifts over time relative to the known location
- Correction data send to the rover



- Rover antenna receives data from satellites.
- Rover receives a position correction from the base in real time

..... **Real-Time Kinematic**

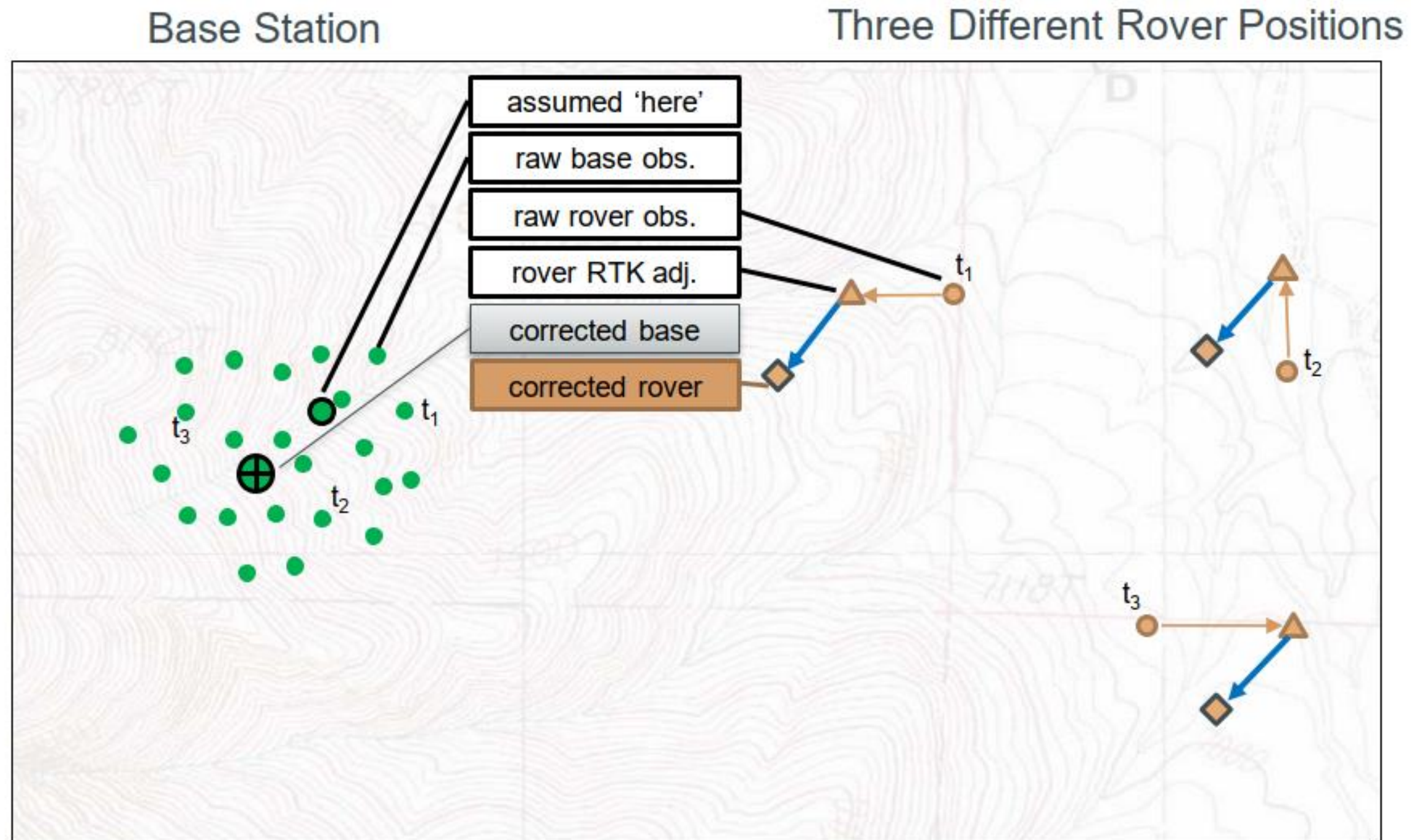
Base Station

- Located in a stable, safe, unobstructed place
- Line of sight for radio communication to rover
- < 10 km from rover location
- Ideally set up over known monument

Rover

- Close to & in line of sight with base for corrections
- Occupy points for 5–120 sec, keep pole vertical
- Avoid cover and multi-path
- confirm corrections

Map View of an RTK Survey



RTK Solutions

Fixed

- fixed integer ambiguity – the exact number of radio wavelengths (integer)
- Higher accuracy (centimeters)
- Need a high number of visible satellites
- Good satellite geometry (Low PDOP/HDOP < 2)

Float

- Integer ambiguity is not fixed – the decimal number of radio wavelengths
- Lower accuracy (decimeters)
- a low number of visible satellites
- Poor satellite geometry (Low PDOP/HDOP > 5)

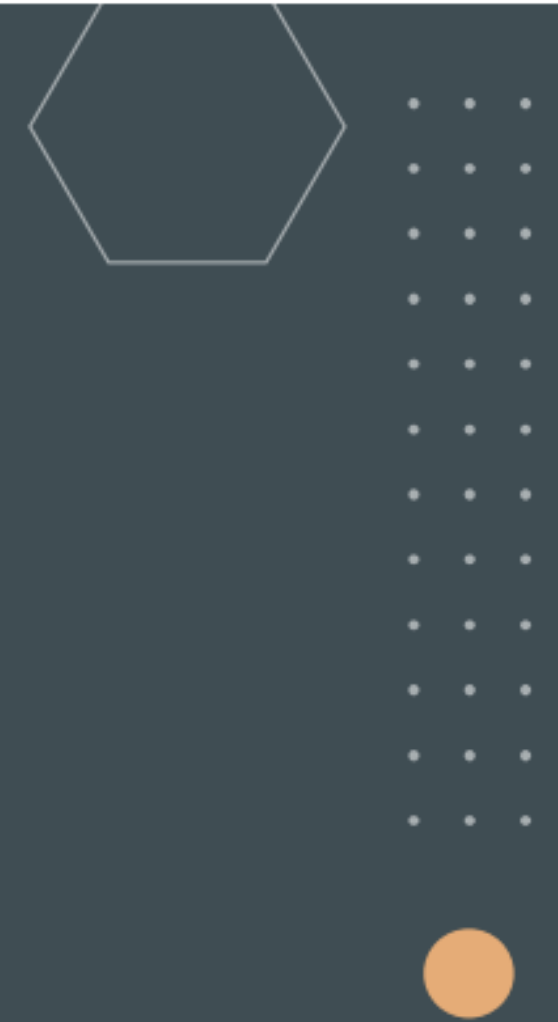
Correction Signal

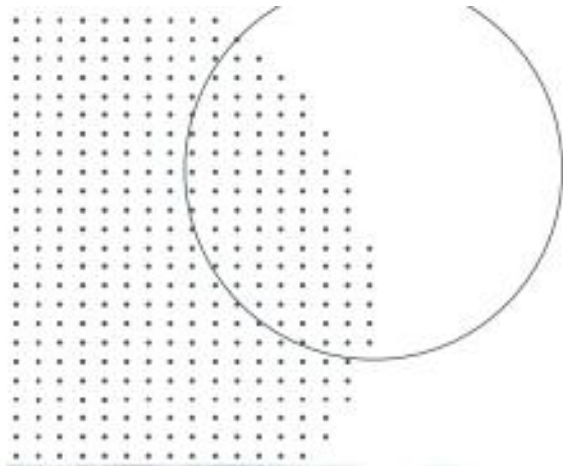
- RTCM format (Radio Technical Commission for Maritime Services).
- RTCM 2.0 supported GPS code only
- RTCM 2.1 added support for carrier phase
- RTCM 2.2 added support for GLONASS
- RTCM 2.3 included antenna corrections
- RTCM 3.0 changed message structure
- RTCM 3.1 adds a network correction message
- RTCM 3.2 introduces Multiple Signal Messages (MSM) including Galileo and Beidou



04

CORS & Network RTK





CORS

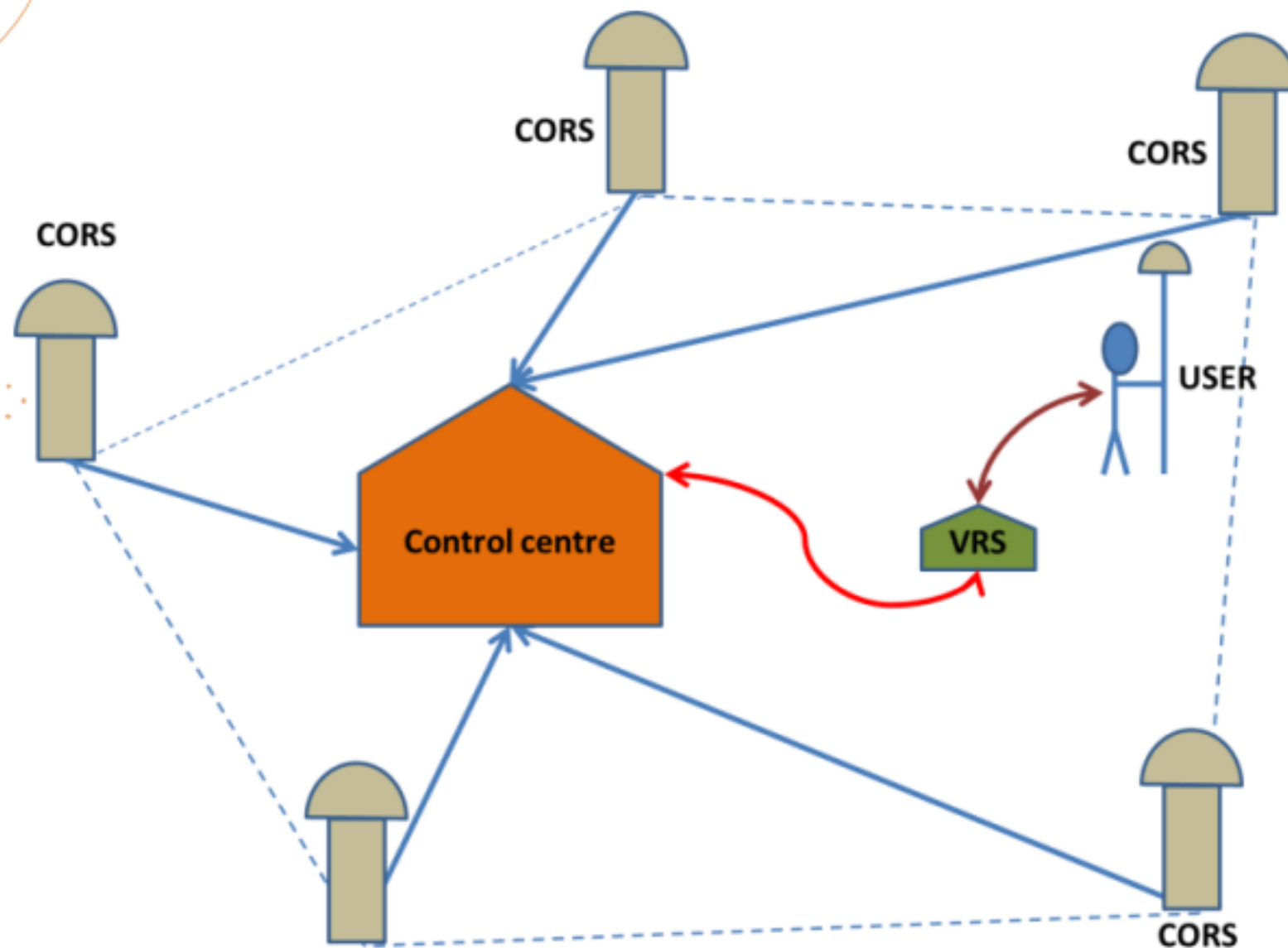
Continuously Operating Reference Stations



- GNSS reference stations that acquire GNSS signals without any interruption.
- Store the data and process the data and then transmit this data to rover receivers

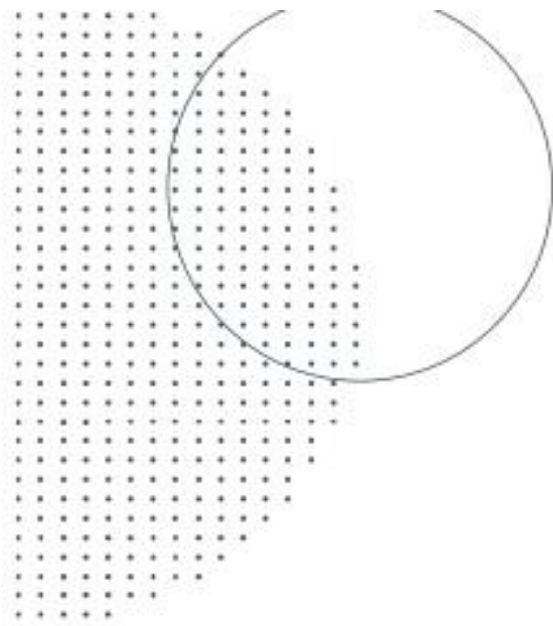


Network RTK / CORS Network

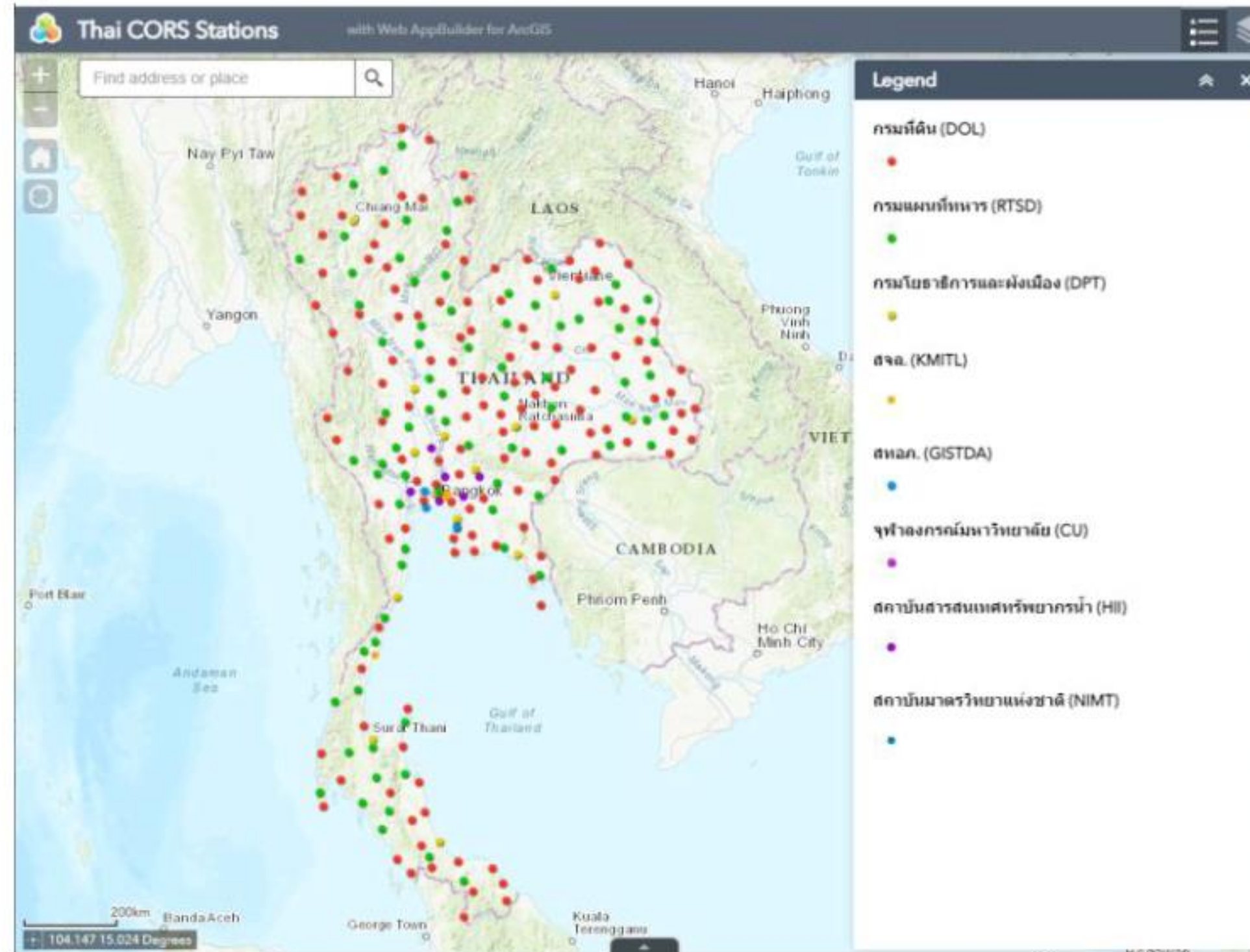


<https://images.app.goo.gl/GWP3JuTFNWdWrACT9>

- **Physical infrastructure:** permanent stations & hardware of the control center
- **Transmission infrastructure:** transmitting real-time data flow from the stations to the control center & from this to the user
- **Computing infrastructure:** a software that can improve the estimation of the bias & make them accessible to users



Thai CORS Stations



8 หน่วยงาน

<https://geoportal.rtsd.mi.th/portal/apps/webappviewer/index.html?id=34f1f8f7a4be423897f0fb930f1dffa7>

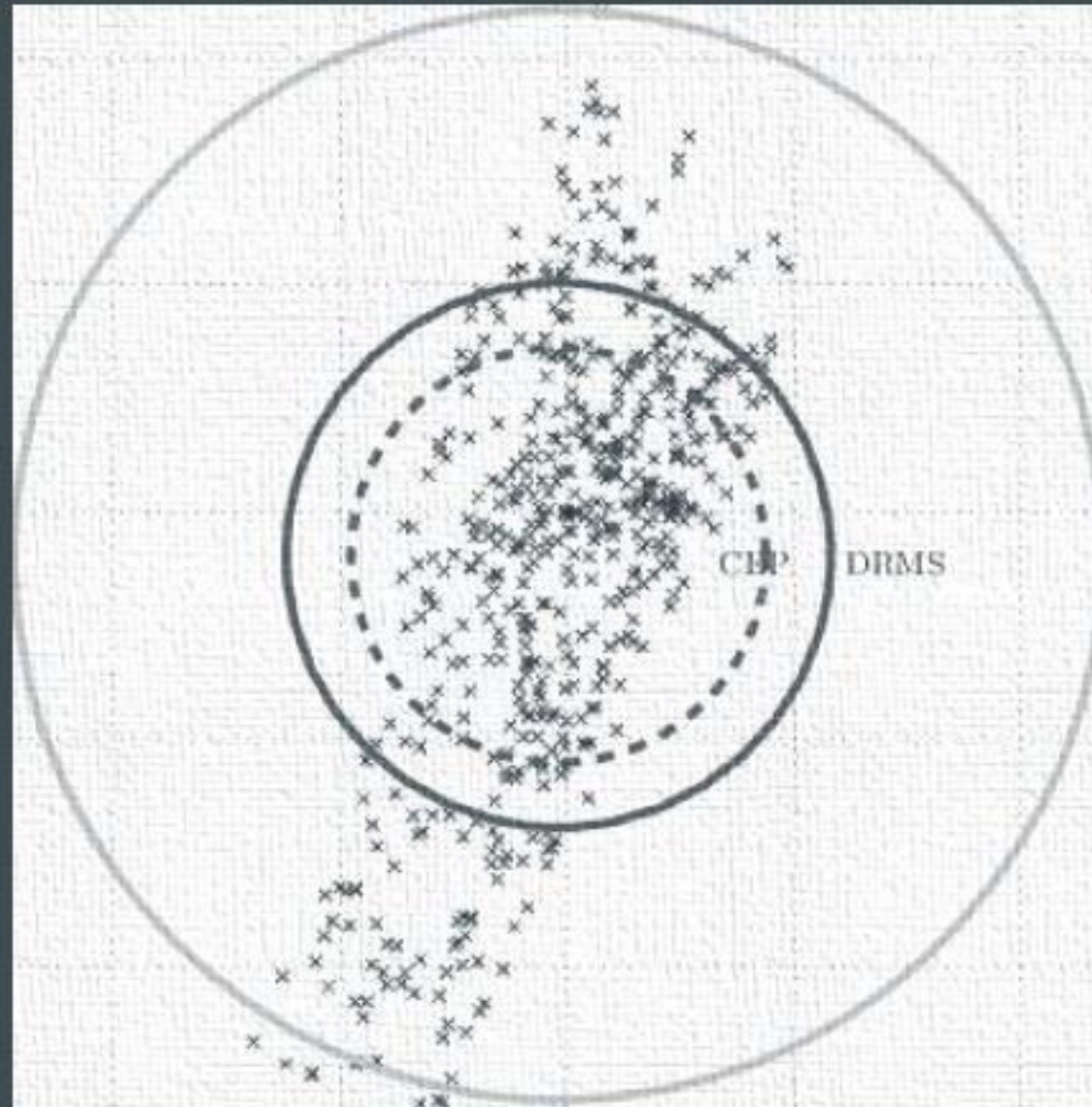
Thai CORS Services



ระบบโครงข่ายสถานีรังวัด
สัญญาณดาวเทียม GNSS แบบอัตโนมัติ



โดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์
RTK GNSS Network



05

Accuracy Control

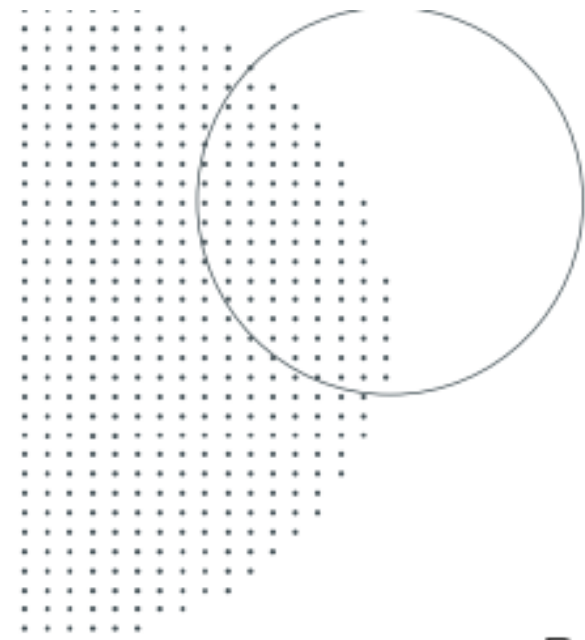


Number of visible satellites

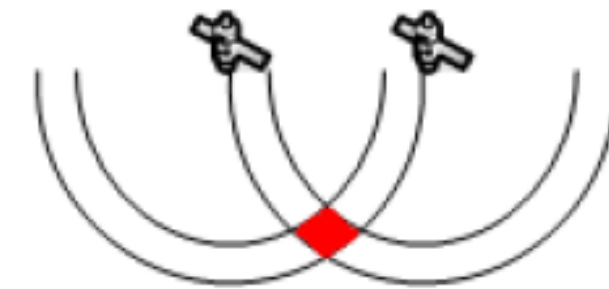
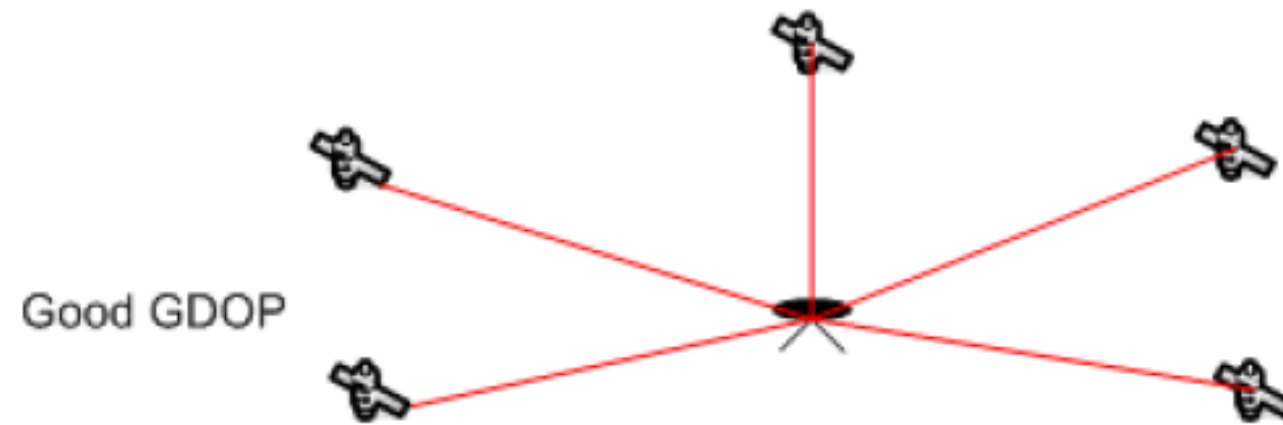
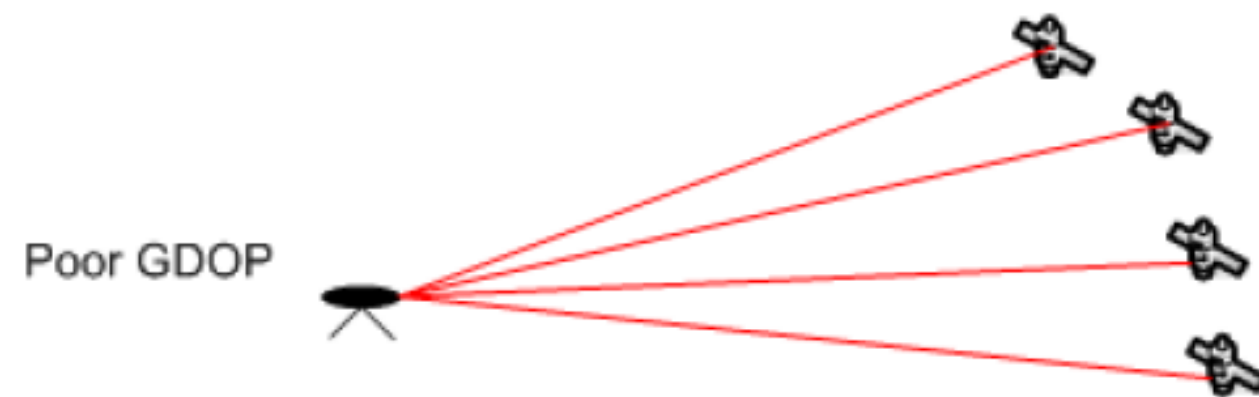


- A minimum of 4 satellites at a time
- > 100 GNSS satellites

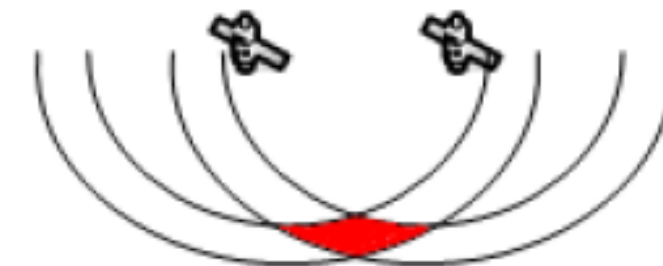




Satellite Geometry



Well spaced satellites- low uncertainty of position

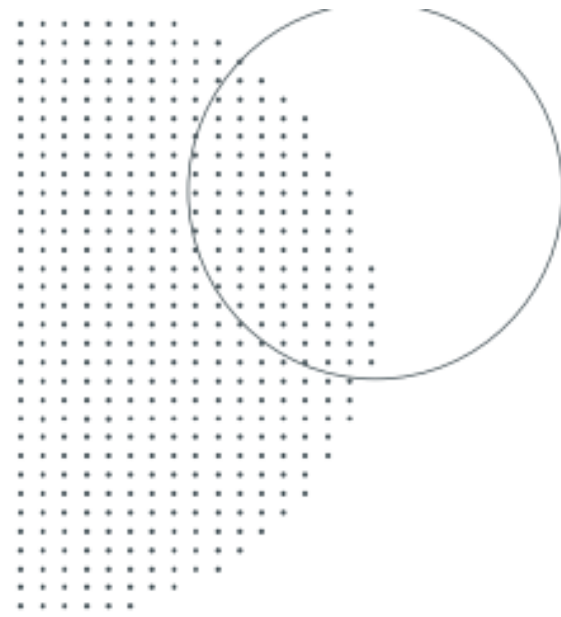


Poorly spaced satellites – high uncertainty of position

Geometry in 2-D (GPS Basics, 2000)

<https://marinegyaan.com/what-is-gdop-or-geometric-dilution-of-precision/>





Satellite Geometry

The concept of **dilution of precision (DOP)** is to state how errors in the measurement will affect the final state estimation

- **HDOP** – horizontal dilution of precision
- **VDOP** – vertical dilution of precision
- **PDOP** – position (3D) dilution of precision
- **TDOP** – time dilution of precision
- **GDOP** – geometric dilution of precision

$$\sigma_p = GDOP \times \sigma_{UERE}$$

$$\sigma_p = \textit{Positional Accuracy}$$

$$\sigma_{UERE} = \textit{Measurement Accuracy}$$

Good DOP is represented by a low number (near 1)

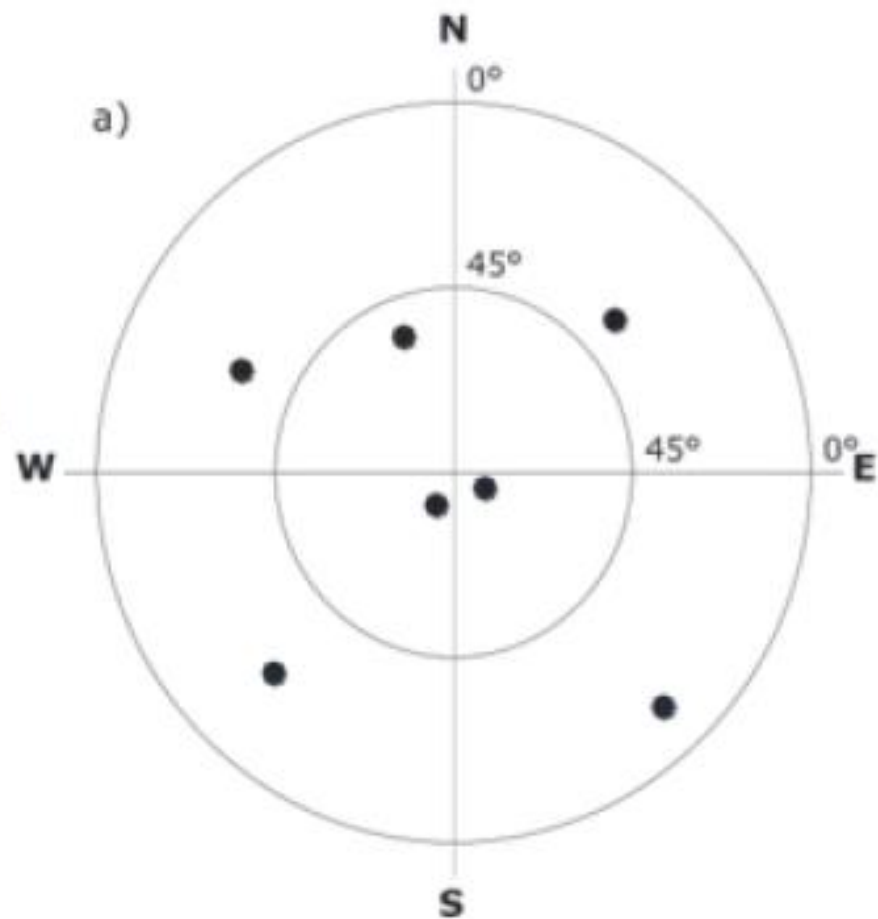
Poor DOP is represented by a high number (> 6)

<https://marinegyaan.com/what-is-gdop-or-geometric-dilution-of-precision/>

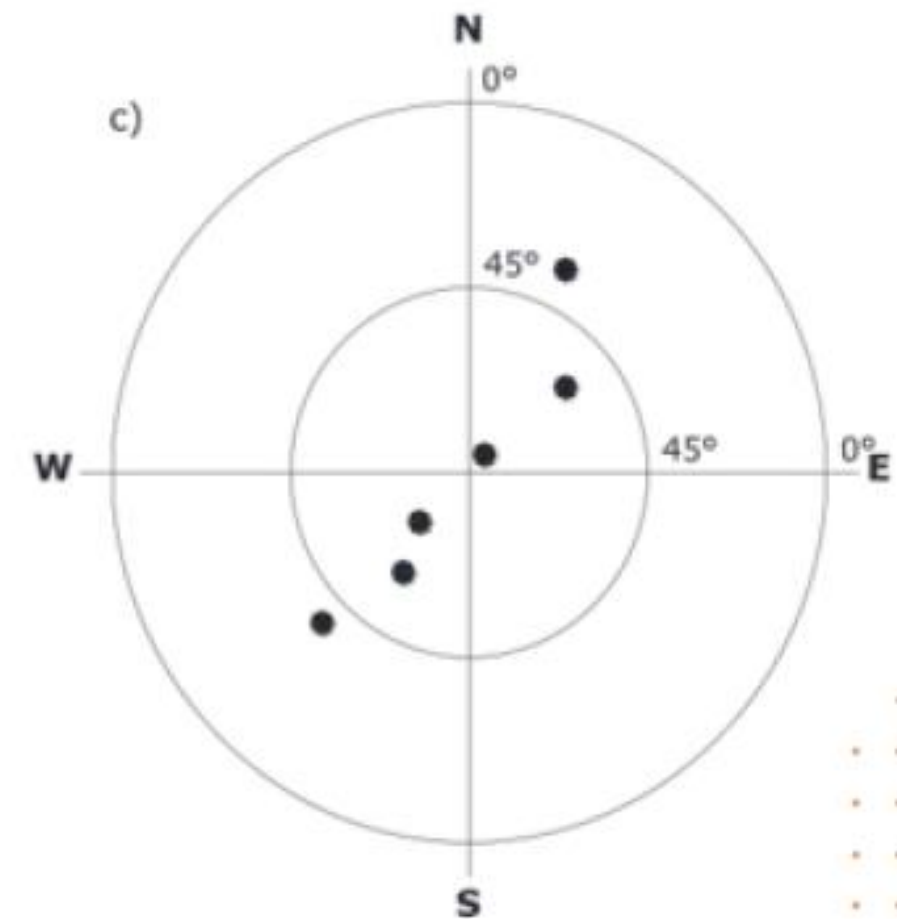
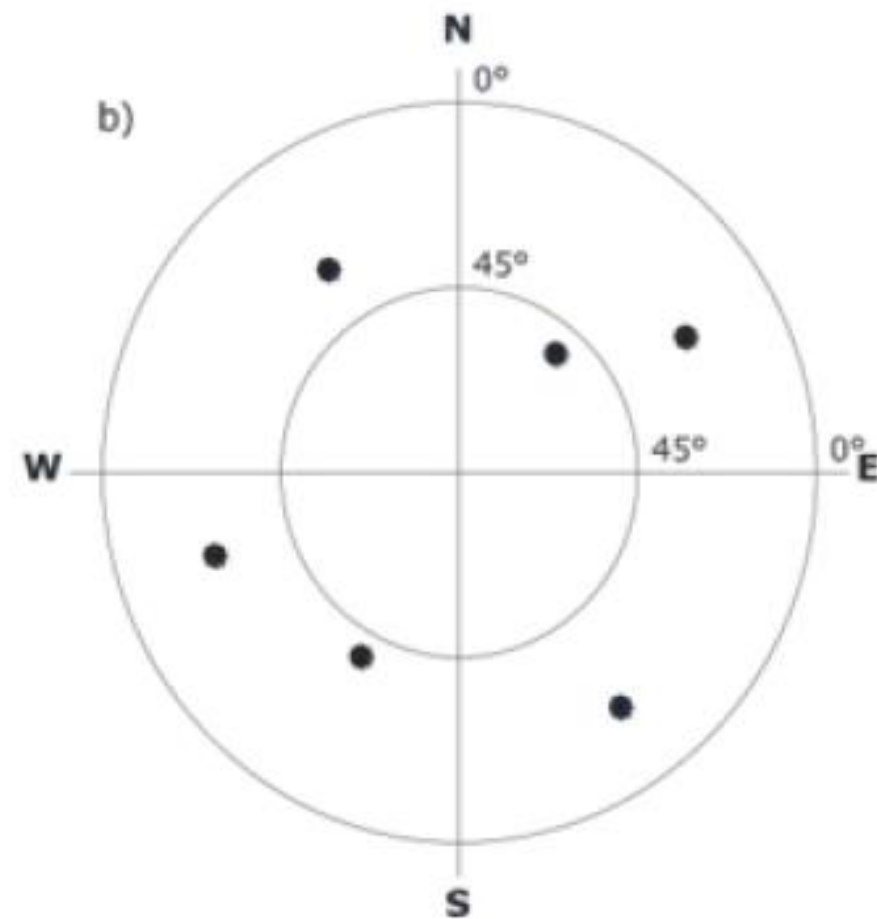


DOP

● GNSS satellite



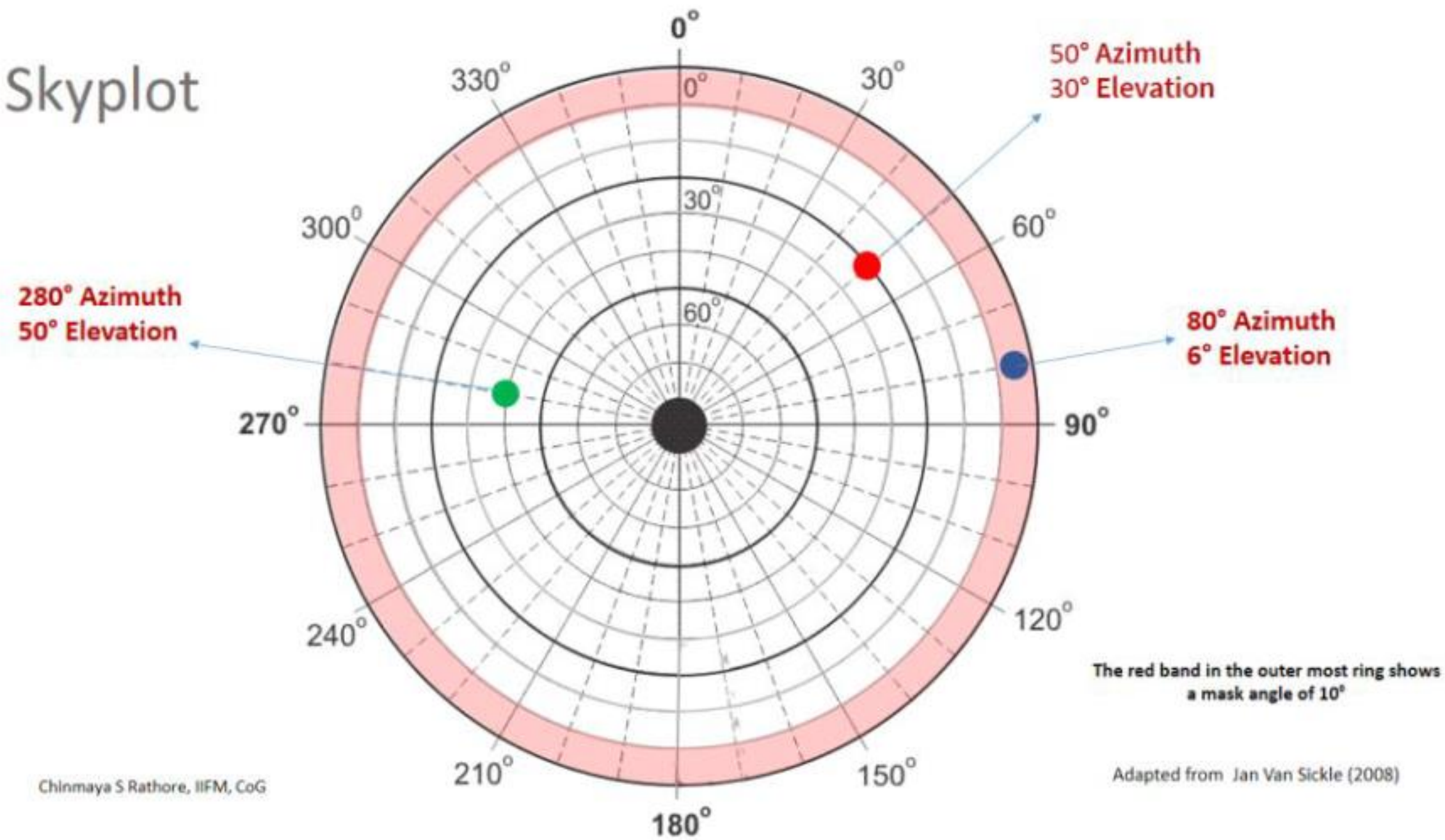
a) Good HDOP, good VDOP and good PDOP
b) Good HDOP, high VDOP and high PDOP
c) High HDOP, good VDOP and high PDOP



https://www.researchgate.net/figure/DOP-qualitative-values-and-the-arrangement-of-the-GNSS-satellites-over-the-sky_fig1_303686588

Cut-off Elevation / Elevation Mask

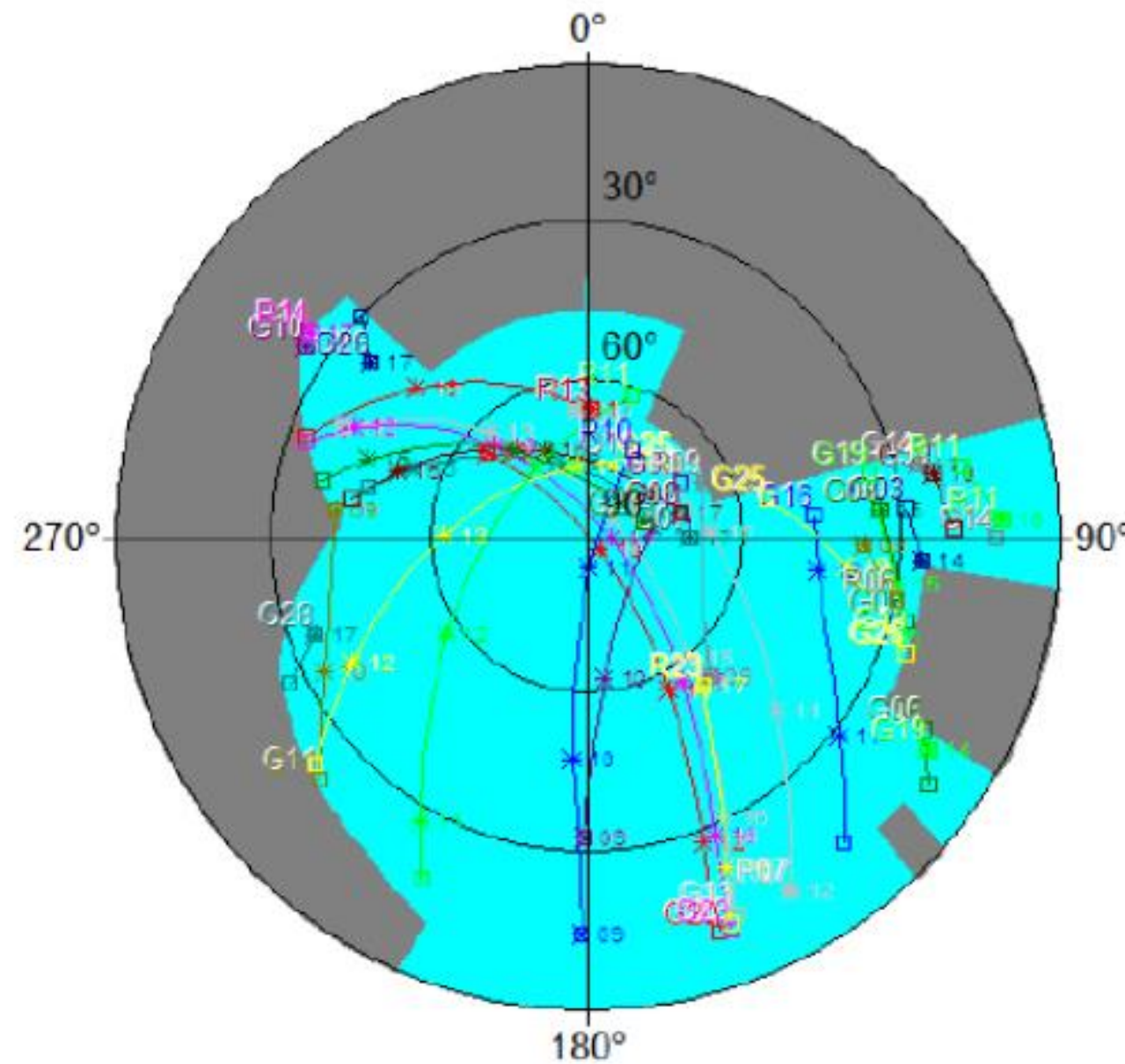
Skyplot



Chinmaya S Rathore, IIFM, CoG

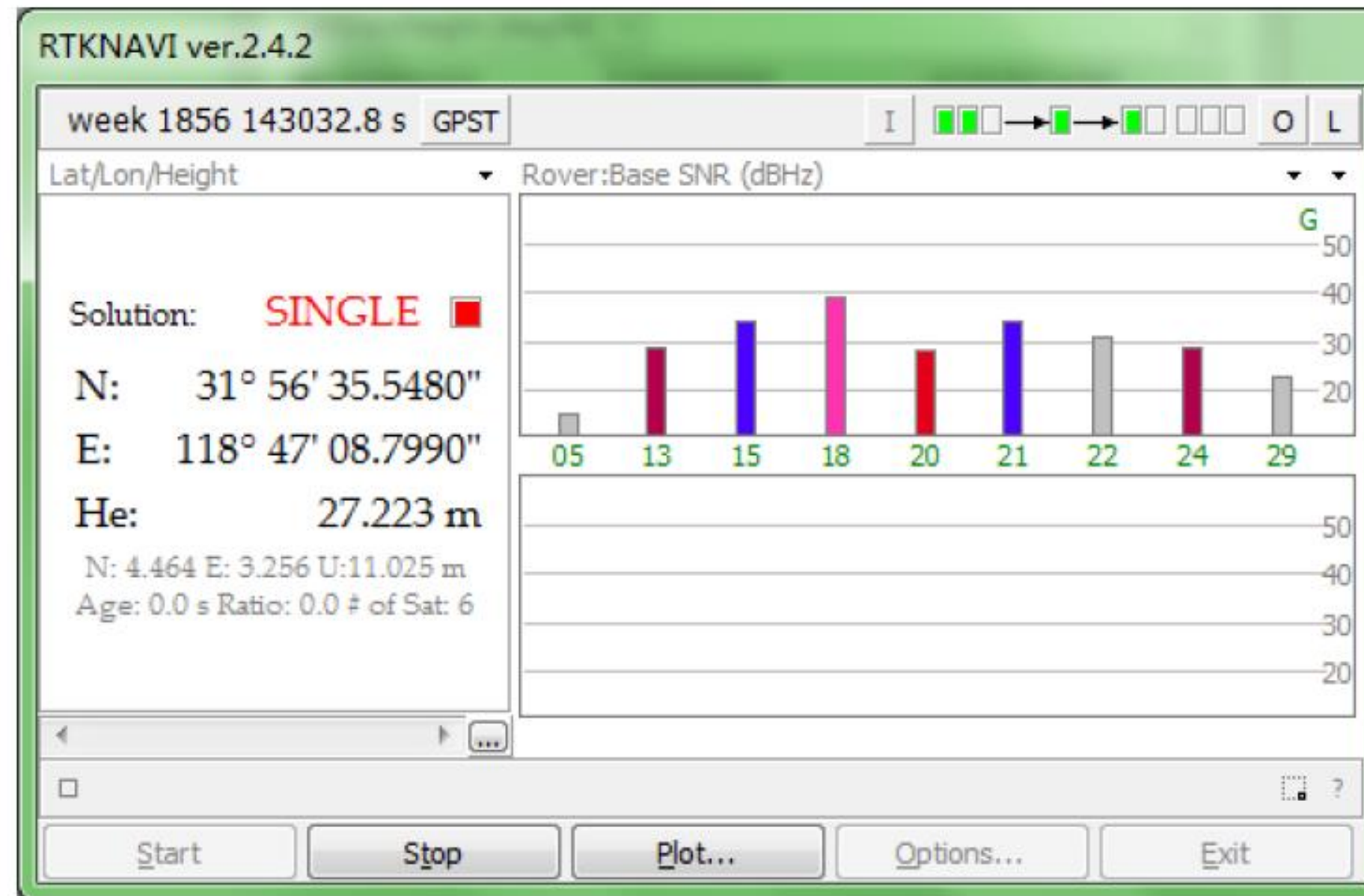
<http://graticules.blogspot.com/2017/02/planning-gps-survey-part-3-using-online.html>

Blockage

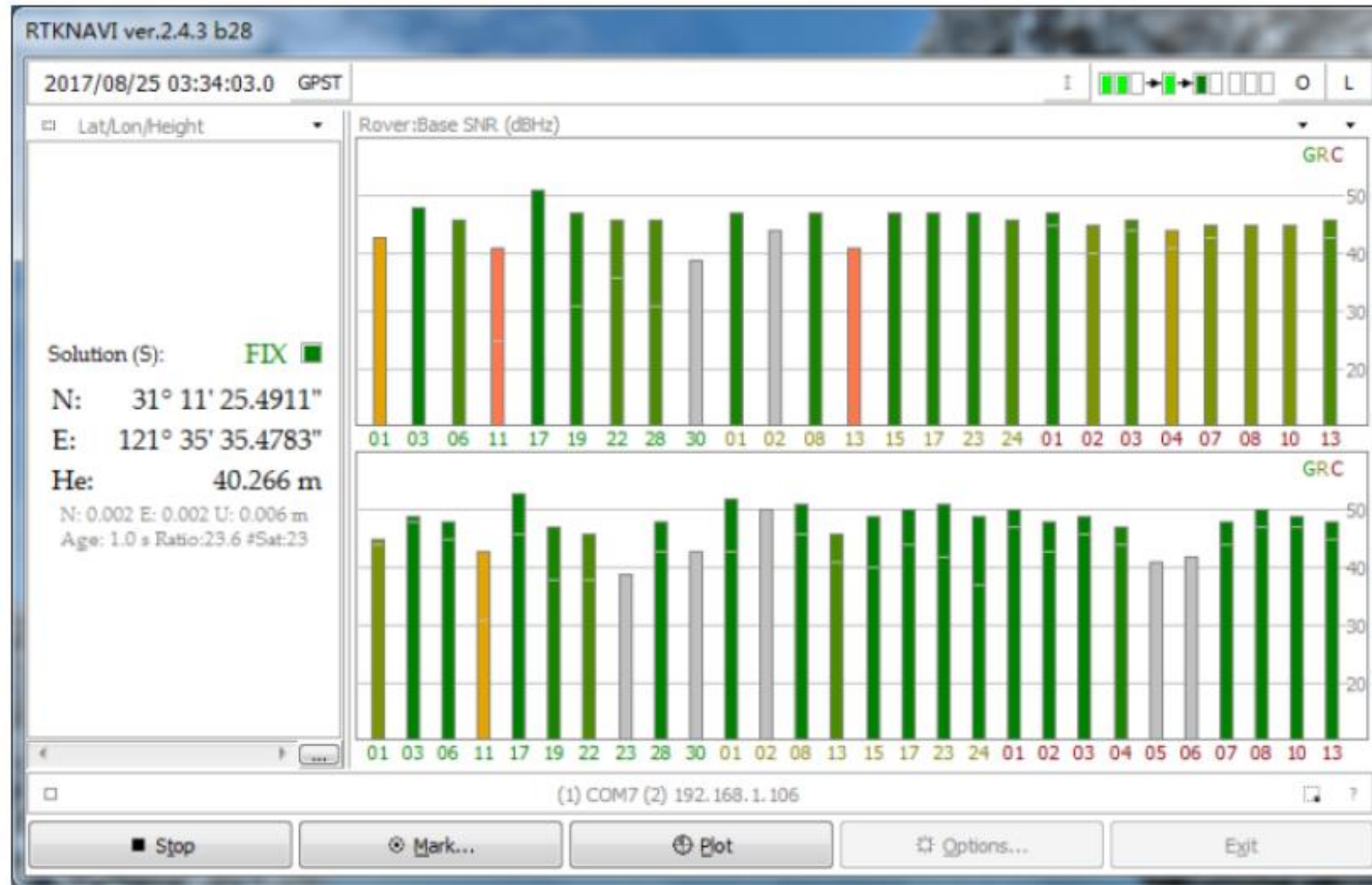


<http://graticules.blogspot.com/2017/02/planning-gps-survey-part-3-using-online.html>

Signal to Noise Ratio (SNR)



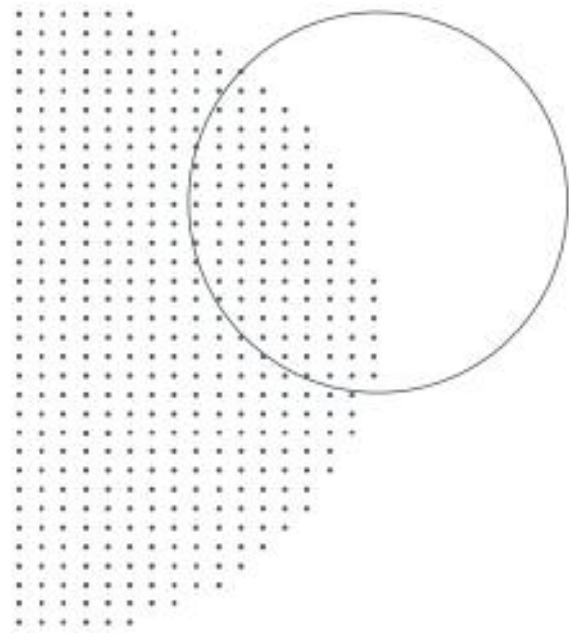
Signal-to-Noise Ratio (SNR)





06

Drone RTK



UAVs / Drone

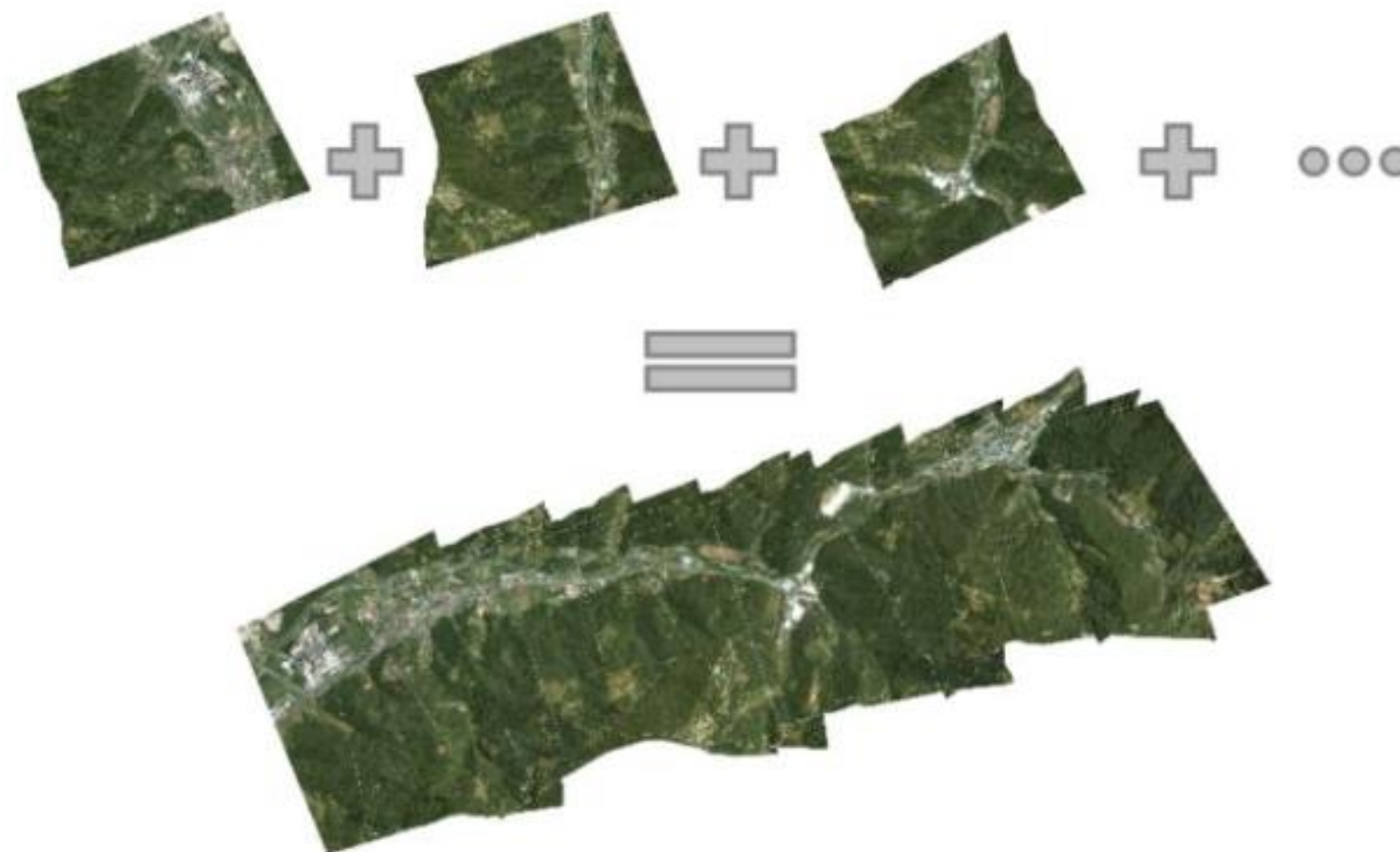
UAV (Unmanned Aerial Vehicle)
UAS (Unmanned Aerial System)



- UAV is any aircraft that can navigate without a human pilot on board.
- Sometimes referred to as a drone.

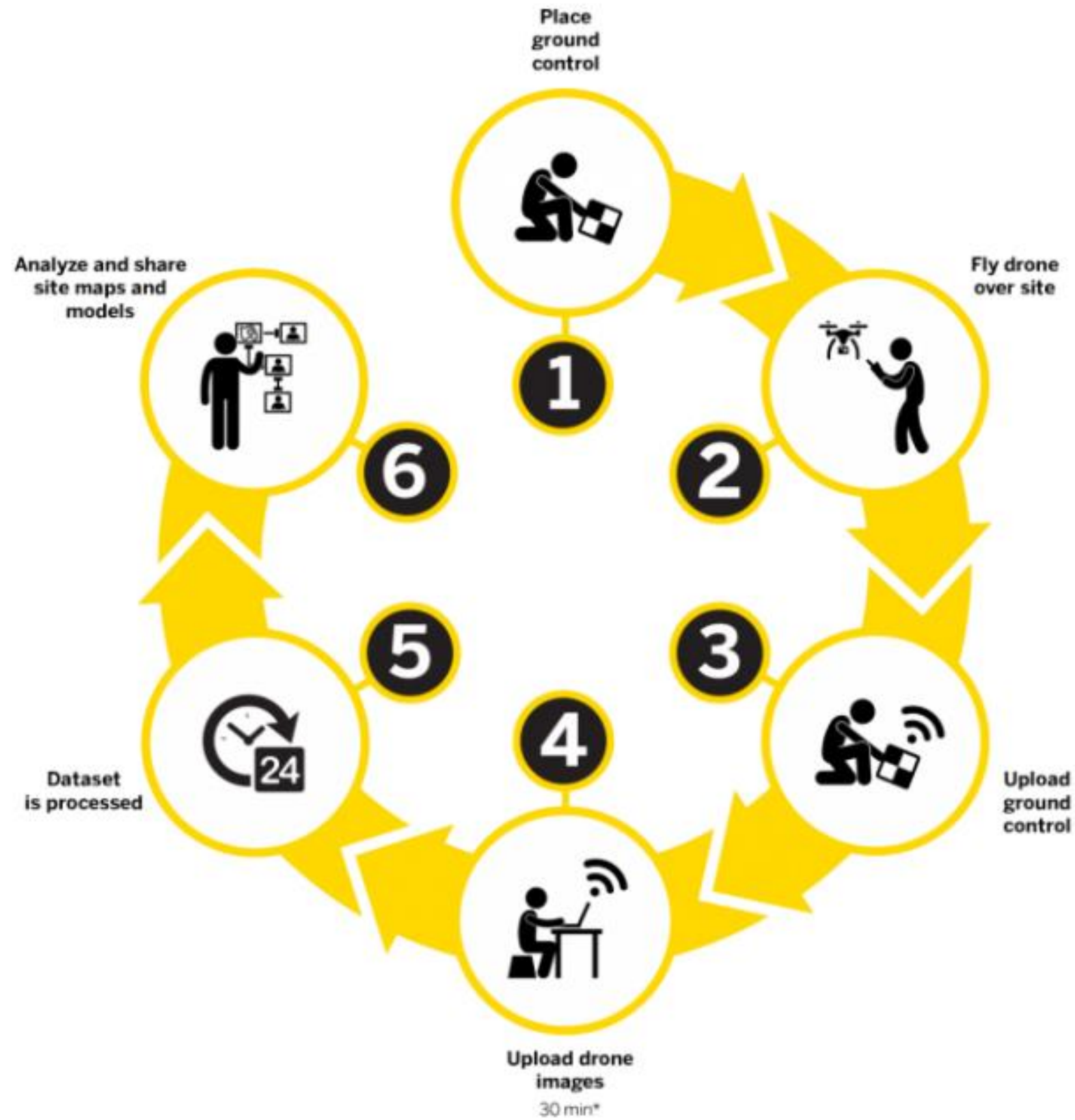
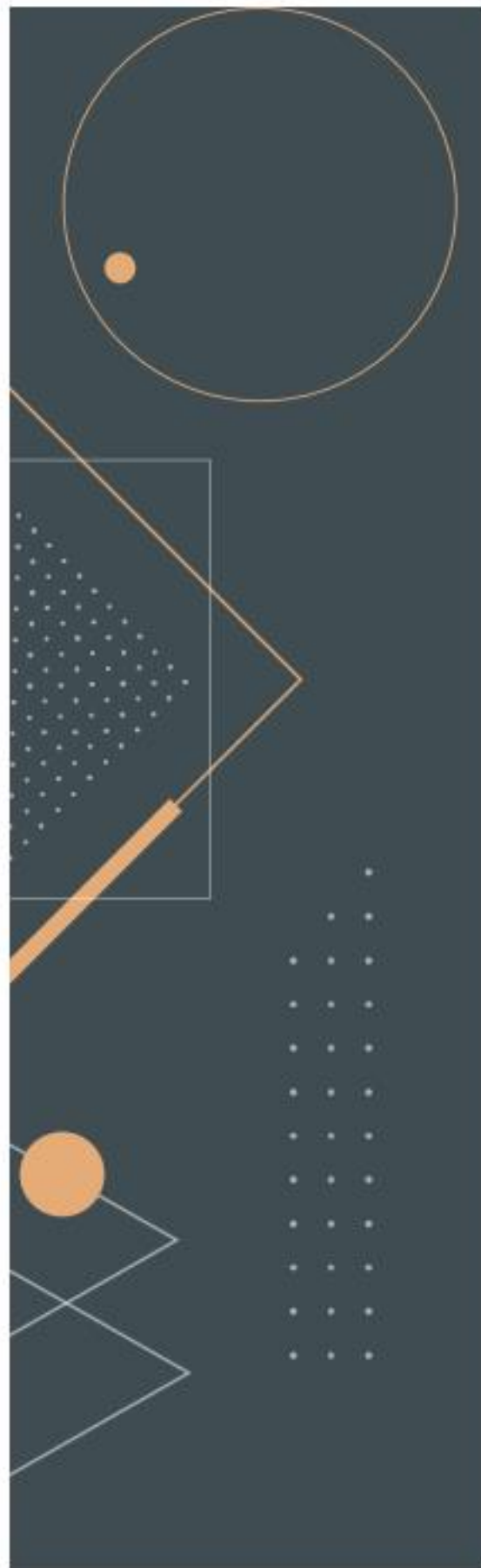


Creating Imagery from Drone

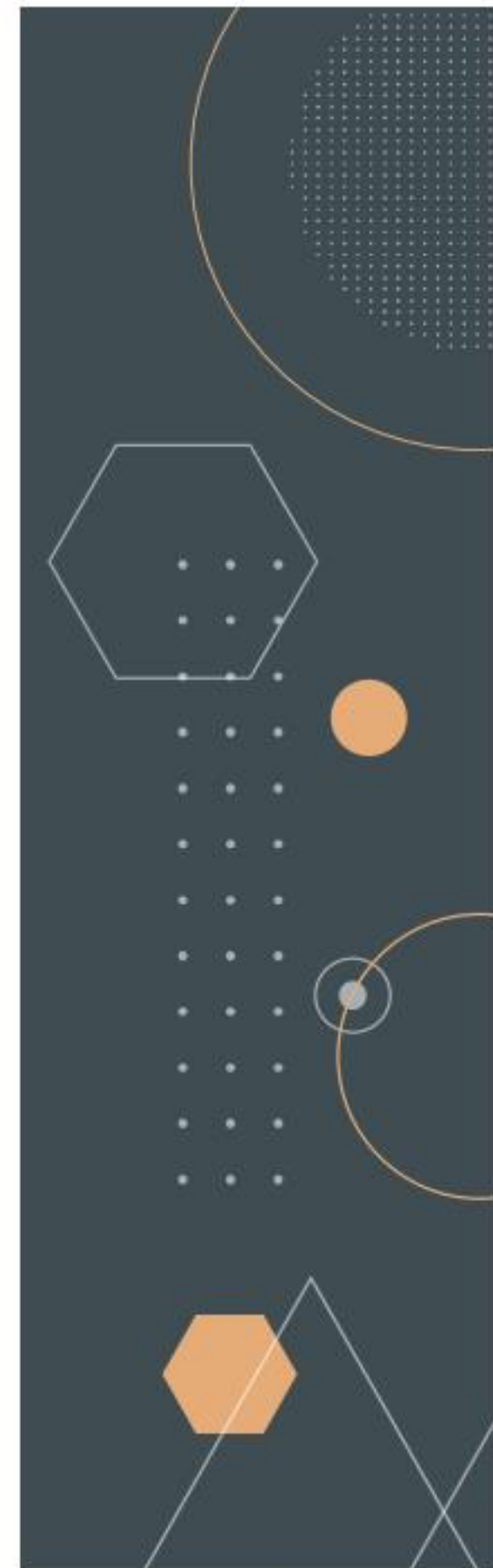


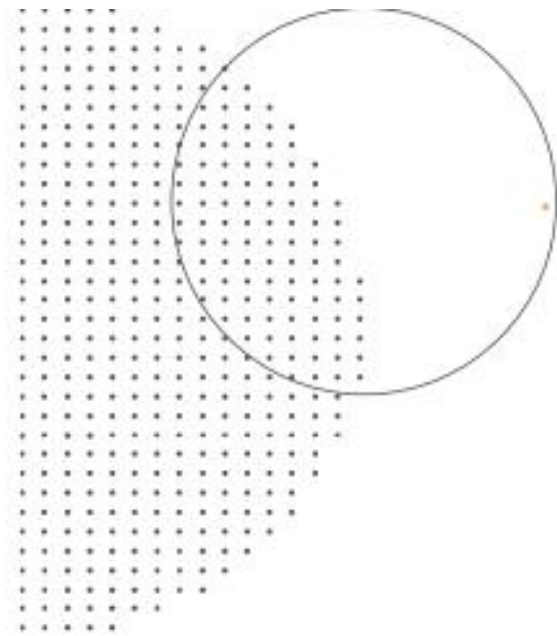
- UAVs/Drone are programmed to fly a course at a set elevation
- At a predetermined time interval, photographs are taken
- Use software to process these overlap photos to create a seamless image

ทักษะ DRONE สำหรับงานก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่



<https://construction.trimble.com/products-and-solutions/trimble-stratus>





Ground Control Points (GCPs)

- GPS is a traditional way of improving data accuracy
- GCP is a marker on the ground that has a known geographic location
- It must be visible in the aerial photos

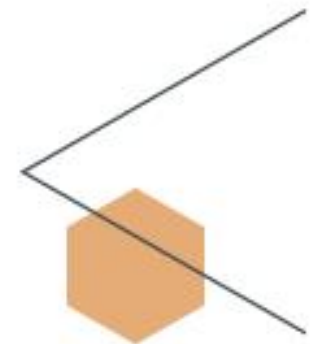


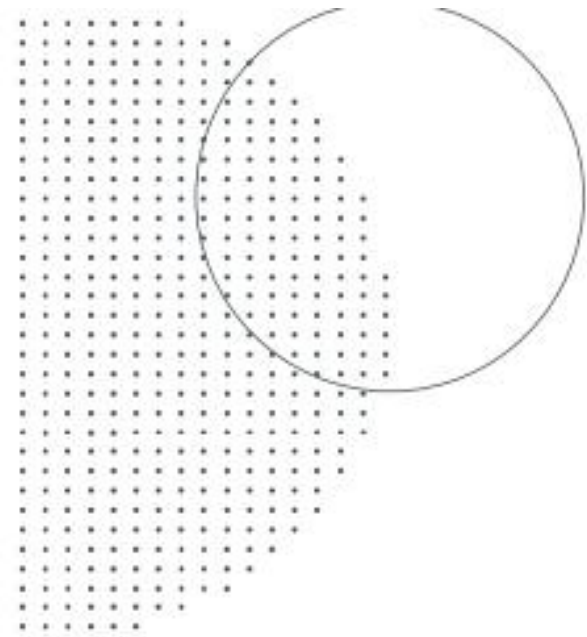
<https://www.heliguy.com/blog/2019/01/24/is-rtk-the-future-of-drone-mapping/>

Ground Control Points (GCPs)

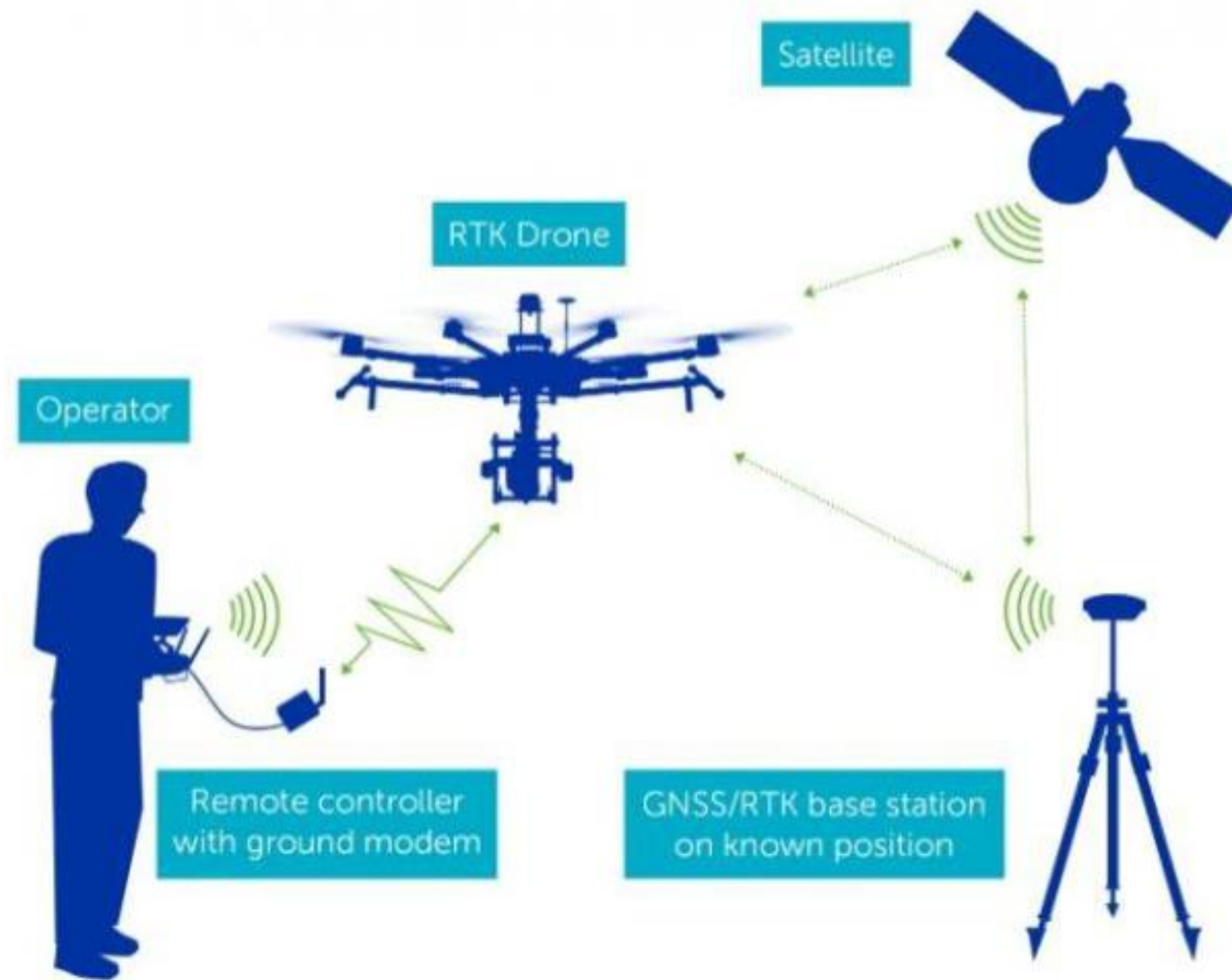


- After control points are collected, the aerial photography is brought into the system
- Points are manually selected from multiple photos to get achieve the high accuracy results





Drone RTK



RTK Explained
<https://www.heliguy.com/blog/2019/01/24/is-rtk-the-future-of-drone-mapping/>

Drone – Accuracy Improvement Techniques



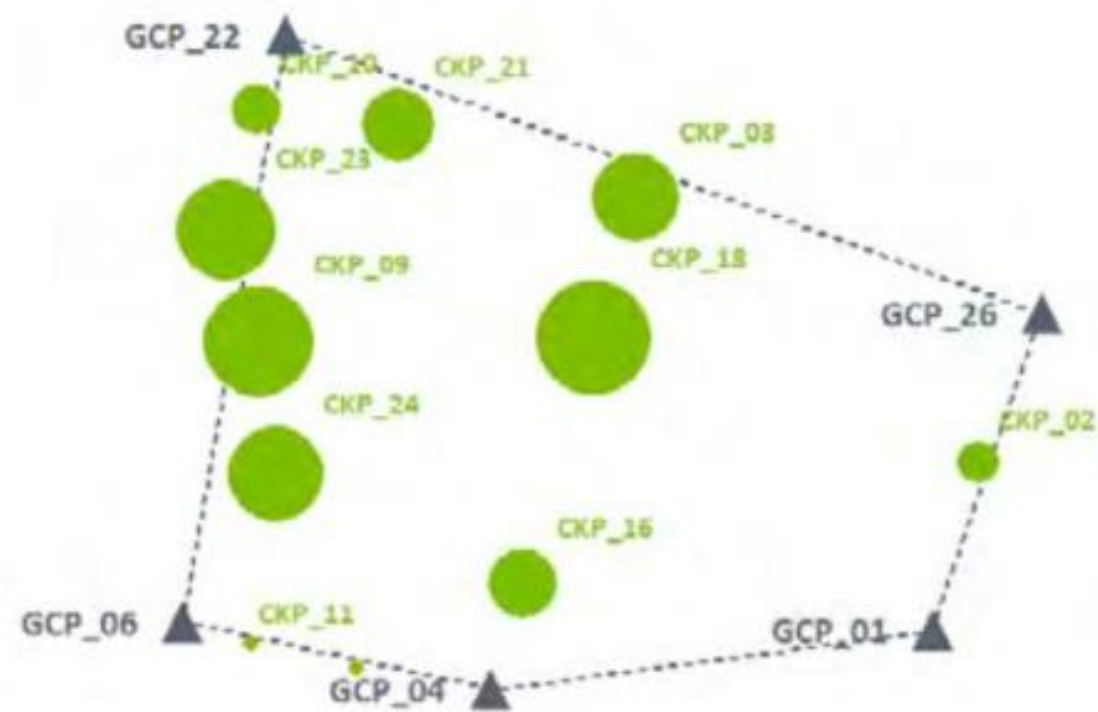
Drone – Accuracy Improvement Techniques

	Positives	Negatives
GCP	<ul style="list-style-type: none"> + High accuracy levels + consistent ground truth of project's accuracy 	<ul style="list-style-type: none"> - Time-consuming to set out, especially if the area is large - Can be dangerous in certain environments - Requires additional equipment
RTK	<ul style="list-style-type: none"> + Survey-grade accuracy + Lay out fewer, or no, GCPs + Improve efficiency – time saved, costs reduced and more accurate results + Makes GPS corrections in real time – a huge bonus + No GNSS post-processing necessary with real-time correction 	<ul style="list-style-type: none"> - Requires a very specific base station and other pieces of equipment that work together in order to process data in real-time - Signals can be obstructed and this results in loss of correction data - Limited 2-3 km of the ground station
PPK	<ul style="list-style-type: none"> + Survey-grade accuracy + Lay out fewer, or no, GCPs + Improve efficiency – time saved, costs reduced, safer and more accurate results + No risk of data or initialization loss due to radio link outages + Allows for more flexibility in flight 	<ul style="list-style-type: none"> - No access to real-time data. - Additional time needed to process position data after flights have been conducted - Easy to make mistakes in the workflow, which can cause a georeferenced shift or poor precision in the overall project output

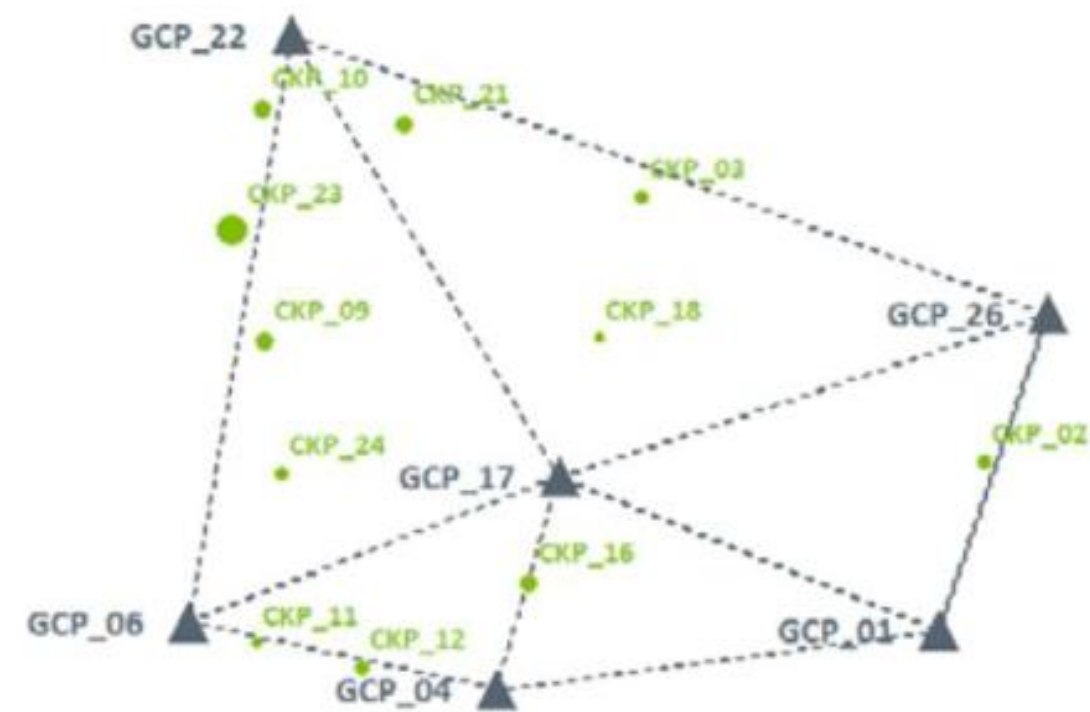
<https://www.heliguy.com/blog/2019/01/24/is-rtk-the-future-of-drone-mapping/>
<https://waypoint.sensefly.com/gcps-rtk-ppk-when-what-why/>



GCP distribution



GCPs on the edges: large vertical errors around a tall corn field and far from GCPs



GCPs on the edges and one more in the middle of the field: vertical errors dramatically reduced

https://assets.ctfassets.net/go54bjdzbrqi/2VpGjAxJC2aaYlpsmFswD/3bcd8d512ccfe88ff63168e15051baee/BLOG_rtk-ppk-drones-gcp-comparison.pdf

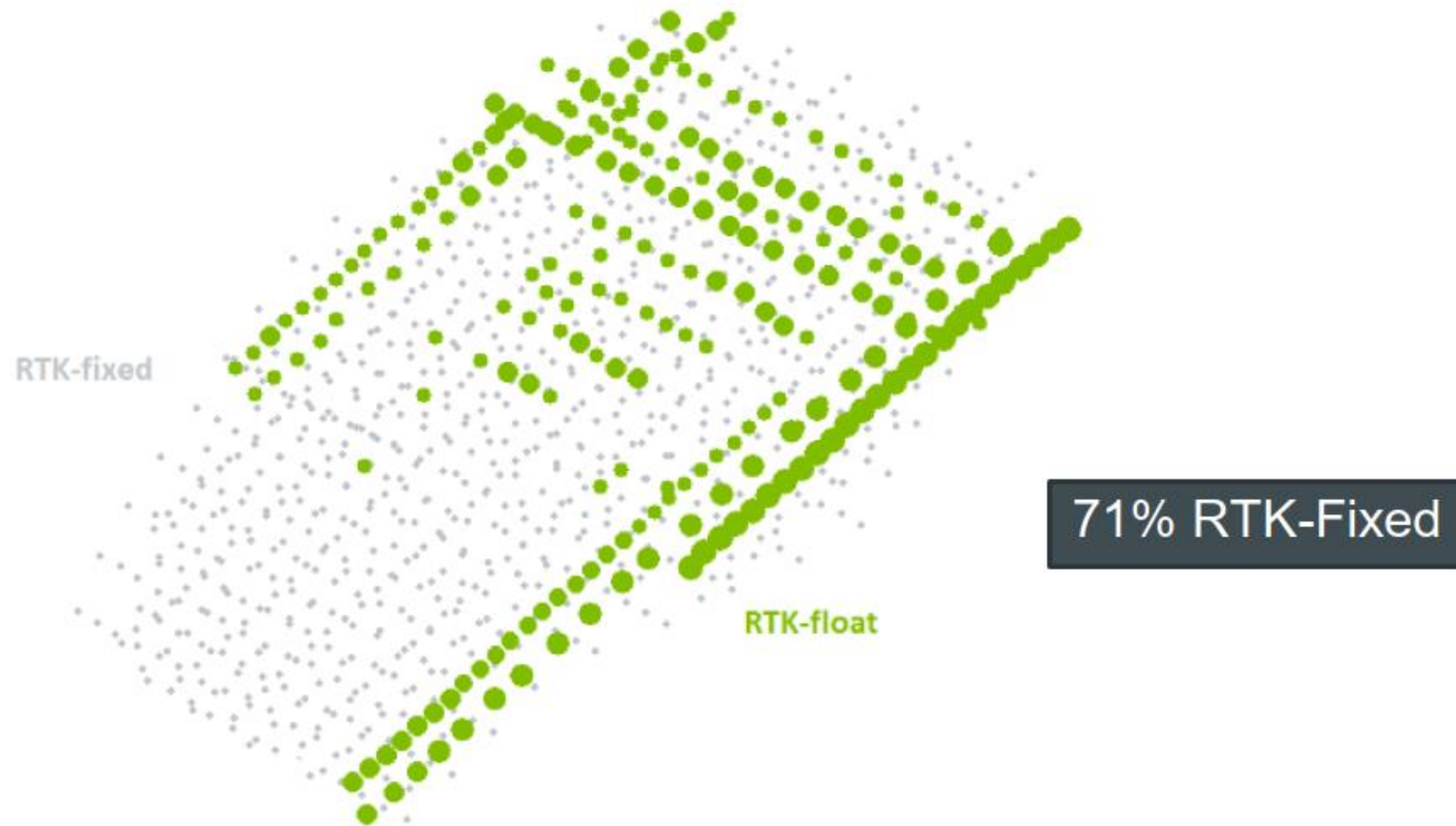
GCP distribution

Fields	GCPs only on edges			GCPs on edges and one in middle		
	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
CKP_02	-0.012	-0.039	-0.286	-0.007	-0.039	-0.013
CKP_03	-0.045	0.024	-0.737	-0.030	0.007	-0.032
CKP_09	0.002	0.093	-0.956	0.027	0.090	-0.070
CKP_10	0.023	0.050	-0.371	0.037	0.044	-0.055
CKP_11	0.018	0.016	-0.033	0.026	0.014	-0.005
CKP_12	0.024	-0.032	-0.020	0.036	-0.023	0.027
CKP_16	-0.011	-0.003	-0.541	0.005	-0.012	0.058
CKP_18	-0.035	0.003	-1.036	-0.010	-0.003	-0.003
CKP_21	-0.005	0.042	-0.570	0.016	0.028	-0.056
CKP_23	-0.005	0.086	-0.846	0.019	0.082	-0.181
CKP_24	-0.010	0.056	-0.812	0.014	0.052	-0.039
Mean [m]	-0.005	0.027	-0.564	0.012	0.022	-0.034
Sigma [m]	0.020	0.040	0.322	0.019	0.038	0.056
RMS Error [m]	0.021	0.048	0.649	0.023	0.044	0.066

https://assets.ctfassets.net/go54bjdzbrgi/2VpGjAxJC2aaYlipsmFswD/3bcd8d512ccfe88ff63168e15051baee/BLOG_rtk-ppk-drones-gcp-comparison.pdf

Drone RTK - Test at a Urban site

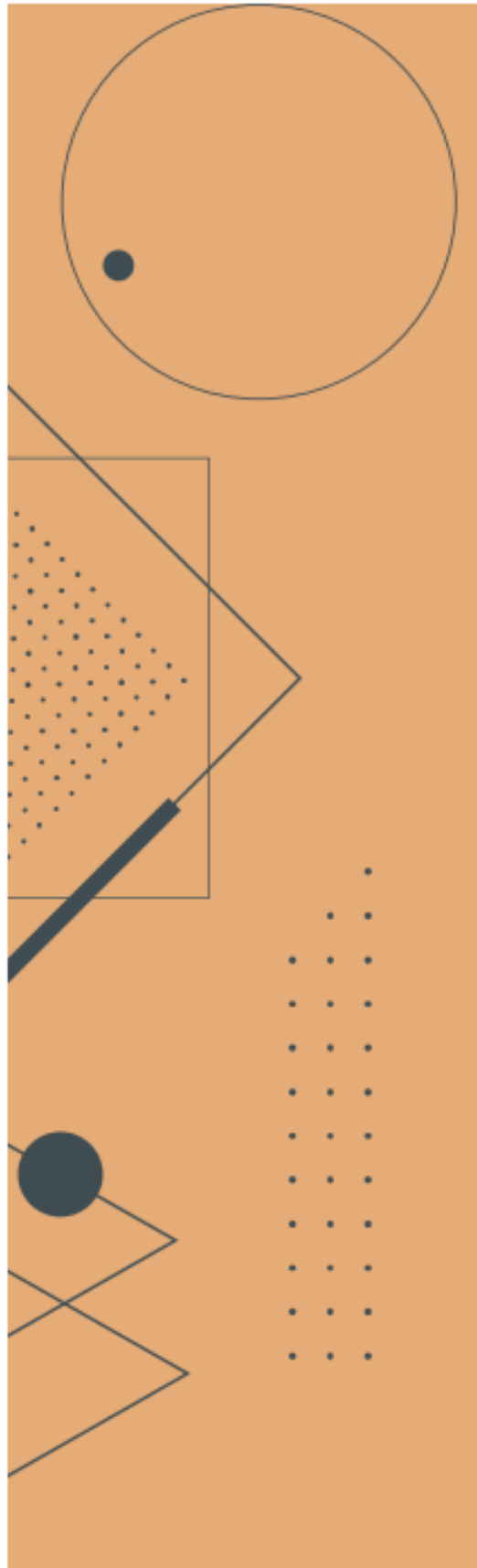
Double grid, height = 102 m (GSD 2.5 cm), overlap 80%



<https://www.pix4d.com/blog/rtk-ppk-drones-gcp-comparison>

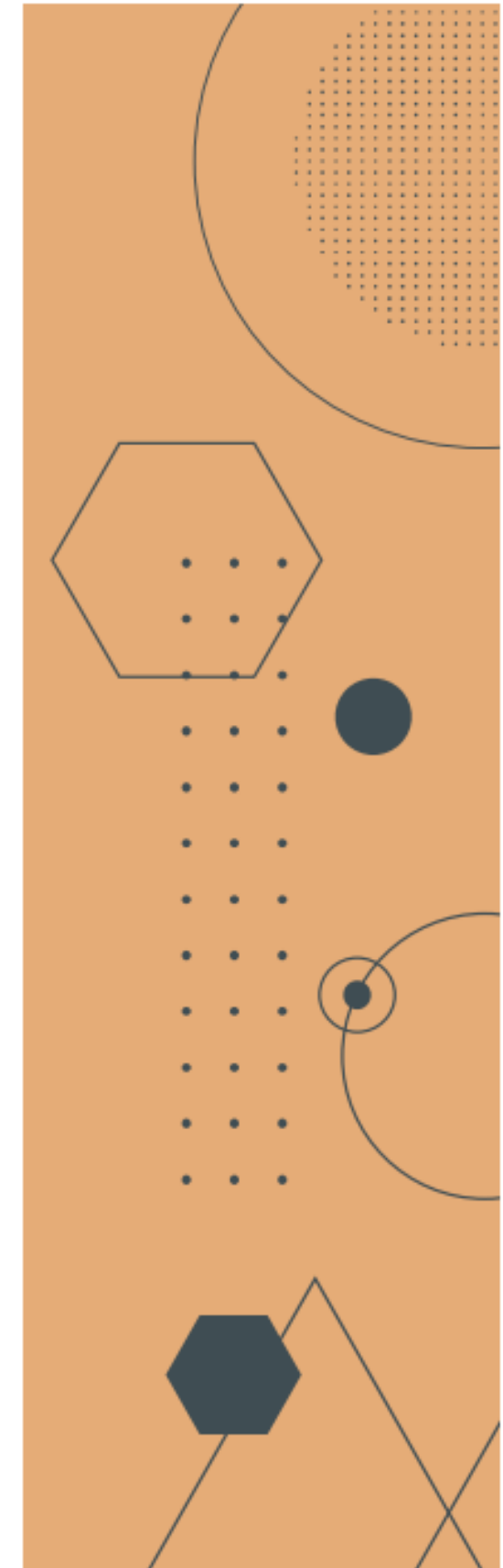
Urban	RTK 71% fixed			Post-processed (PPK)			GCPs well-distributed		
	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
CKP_01	0.004	0.003	-0.010	0.039	0.007	-0.013	-0.024	0.012	0.073
CKP_03	-0.017	0.045	-0.004	-0.032	0.028	-0.050	-0.057	0.030	0.002
CKP_04	-0.013	0.029	0.019	-0.008	0.021	-0.033	-0.026	0.011	-0.013
CKP_06	0.096	0.009	0.003	0.065	-0.019	0.015	0.045	-0.031	0.018
CKP_08	-0.033	0.054	-0.073	-0.051	0.022	-0.040	-0.070	0.011	-0.036
CKP_10	0.065	0.033	-0.137	0.053	0.021	-0.083	0.036	0.007	-0.062
CKP_11	0.028	0.046	-0.056	0.002	0.035	-0.036	-0.018	0.013	0.002
CKP_13	0.027	0.023	-0.058	0.014	0.007	-0.030	-0.012	-0.017	0.014
CKP_14	0.032	0.017	-0.065	0.037	0.015	-0.048	0.011	-0.003	-0.027
CKP_37	0.023	0.026	-0.027	0.010	0.044	-0.063	-0.035	0.037	-0.020
CKP_38	0.019	0.039	-0.088	0.056	0.013	-0.096	0.005	-0.004	-0.045
CKP_39	0.029	0.017	0.119	0.067	0.003	0.029	0.019	-0.014	0.080
CKP_40	0.065	0.033	0.022	0.036	0.013	-0.044	-0.012	-0.014	0.020
Mean [m]	0.029	0.022	-0.057	0.017	0.020	-0.051	-0.013	0.001	-0.009
Sigma [m]	0.028	0.016	0.057	0.035	0.017	0.044	0.028	0.019	0.048
RMS Error [m]	0.040	0.027	0.081	0.038	0.026	0.067	0.031	0.019	0.048

<https://www.pix4d.com/blog/rtk-ppk-drones-gcp-comparison>

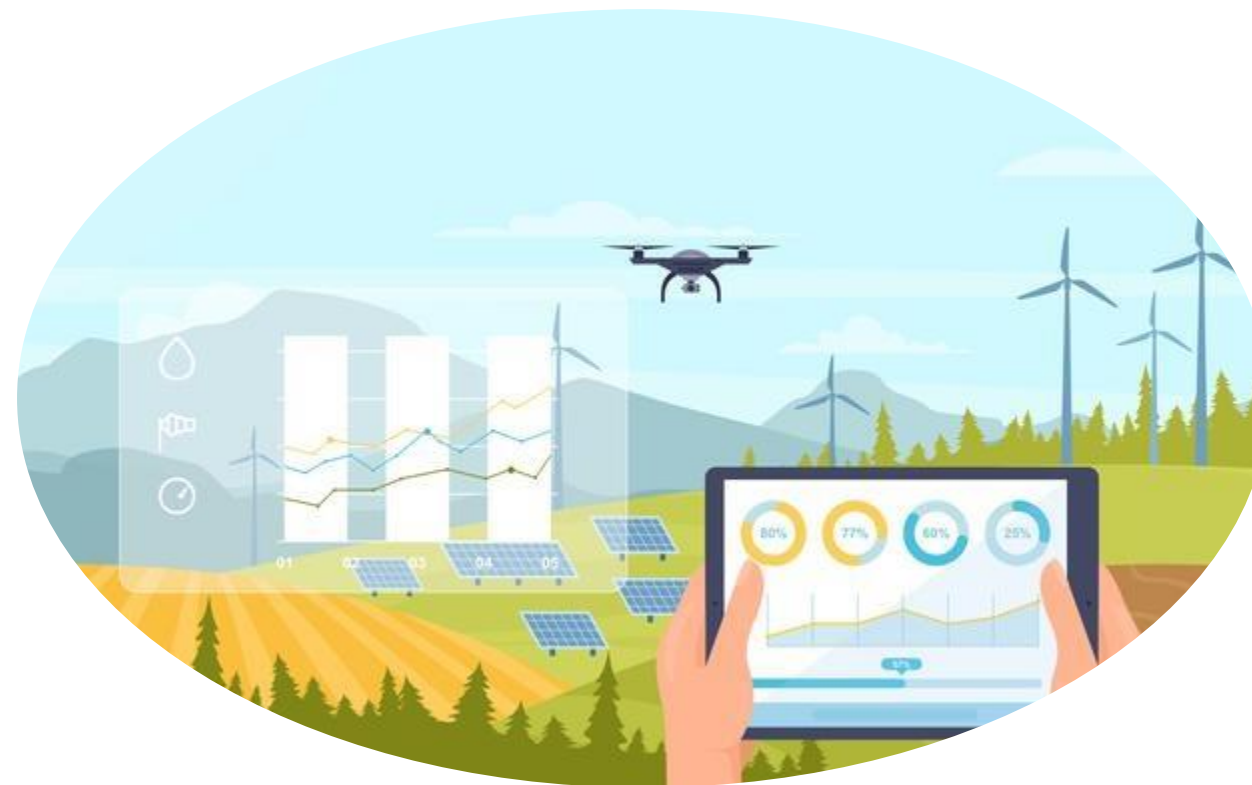


Thanks!

CREDITS: This presentation template was created by Slidesgo, including icons by Flaticon, and infographics & images by Freepik.

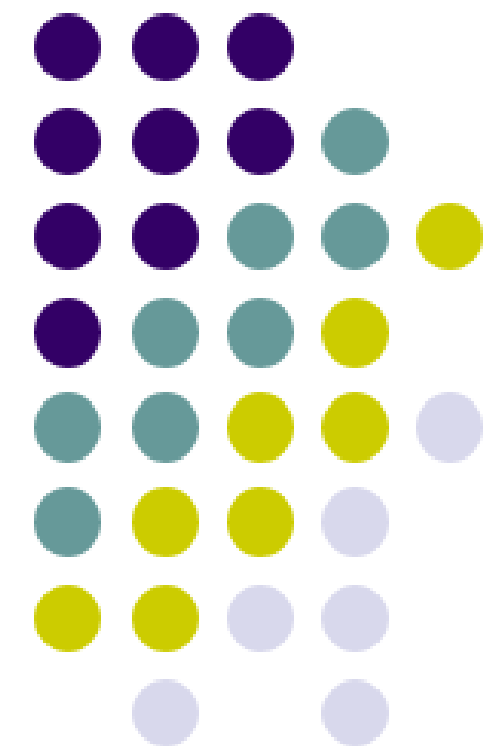


3.2 บทที่ 2 : UVA/DRONE Photogrammetry และการประมวลผลภาพถ่าย



การสำรวจด้วยภาพถ่าย จากอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน (UAV/Drone Photogrammetry)

อาจารย์ ดร. พลปรีชา ชิดบุรี
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี





Overviews

- โดรนและประเภทของโดรน
- การขึ้นทะเบียนโดรนและเงื่อนไขการบังคับโดรน
- การสำรวจด้วยภาพ (Photogrammetry)
- การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากโดรน (UAV/Drone Photogrammetry)
- จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground control points: GCPs)
- การอ้างอิงตำแหน่งบนโลก (Georeferencing)
- การเปรียบเทียบระหว่าง Non RTK-Drone และ RTK-Drone
- ซอฟต์แวร์สำหรับประมวลผล
- หลักการประมวลผลภาพถ่าย (Photogrammetric processing)
- ผลลัพธ์ที่ได้จากงานรังวัดด้วยภาพ (Outcomes)

2

นิยามของอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน (Definition of UAV)

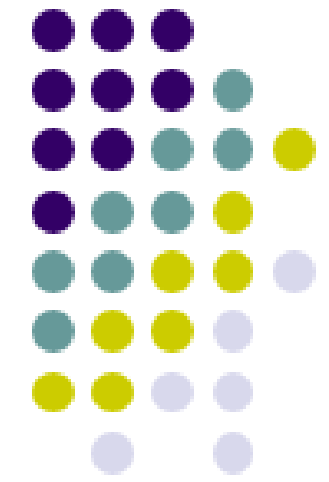


An unmanned aerial vehicle (UAV) or Drone

- เป็นอากาศยานหรือเครื่องบินที่ไม่มีนักบินหรือมนุษย์อยู่บนเครื่อง
- เป็นส่วนประกอบของระบบอากาศยานไร้คนขับ (an unmanned aircraft system หรือ UAS) ซึ่งรวมถึง UAV ตัวควบคุมภาคพื้นดินและระบบการสื่อสารระหว่างทั้งสอง
- The flight of UAVs may operate with various degrees of autonomy: either under remote control by a human operator or autonomously by onboard computers referred to as an autopilot.
- การบินของ UAV อาจทำงานได้ โดยใช้ระดับความเป็นอิสระหลายระดับ เช่น ภายใต้อาการควบคุมระยะไกลโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง หรือโดยอัตโนมัติโดยคอมพิวเตอร์บนเครื่องบินที่เรียกว่า Autopilot

(From: https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)

ประเภทของโดรน (Types of UAVs)



- 1) Fixed-wing UAVs
- 2) Helicopter UAVs
- 3) Multirotor UAVs
- 4) VTOL (Vertical Take-off and Landing) UAVs
- 5) Parachutes
- 6) Balloons, blimps and kites

1) Fixed-wing UAVs



Figure: Representative fixed-wing UAV's: (a) QuestUAV Q-Pod; (b) SenseFly eBee; (c) Trimble UX5; (d) MAVinci Sirius Pro; and (e) PrecisionHawk Lancaster. The images were obtained from (Padula et al., 2017)



2) Helicopter UAVs

- Gasoline engines



Alpha 800 UAV
(<https://alphaunmannedsystems.com/>)

- Electric batteries



Vapor 55 UAV Helicopter
(<https://www.skylineuav.com.au/fleet/vapor-55-uav-helicopter/>)

3) Multirotor UAVs



DJI Phantom 4 Pro V2.0



DJI MATRICE 200

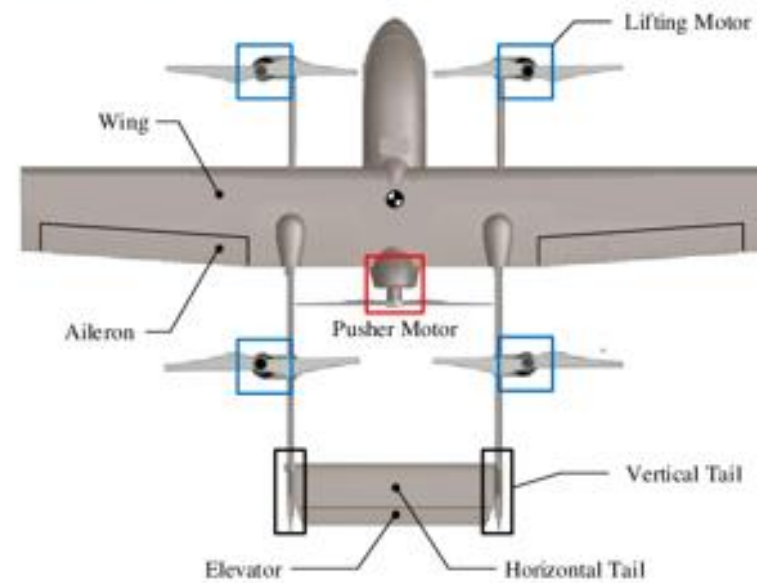
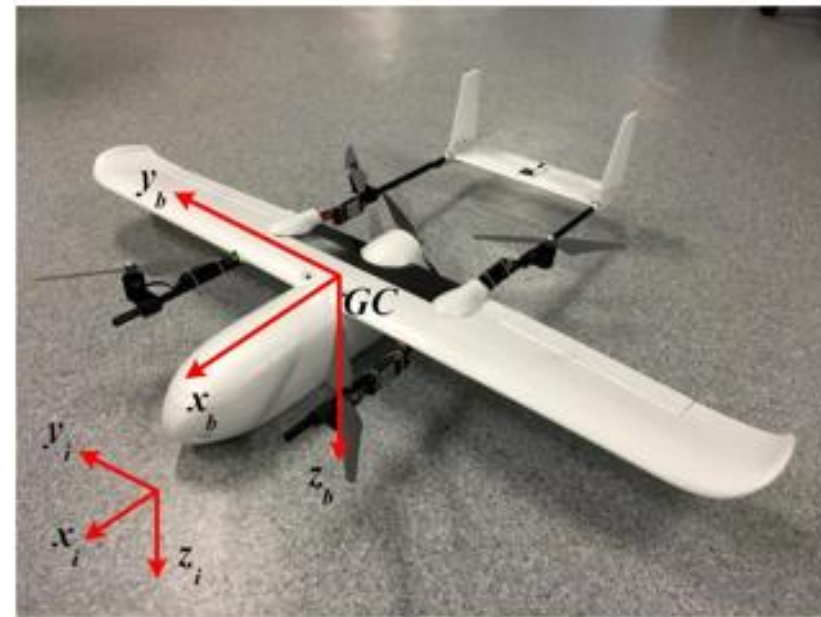


DJI MATRICE 600PRO

<https://www.dji.com/products>



4) VTOL UAVs



WingtraOne

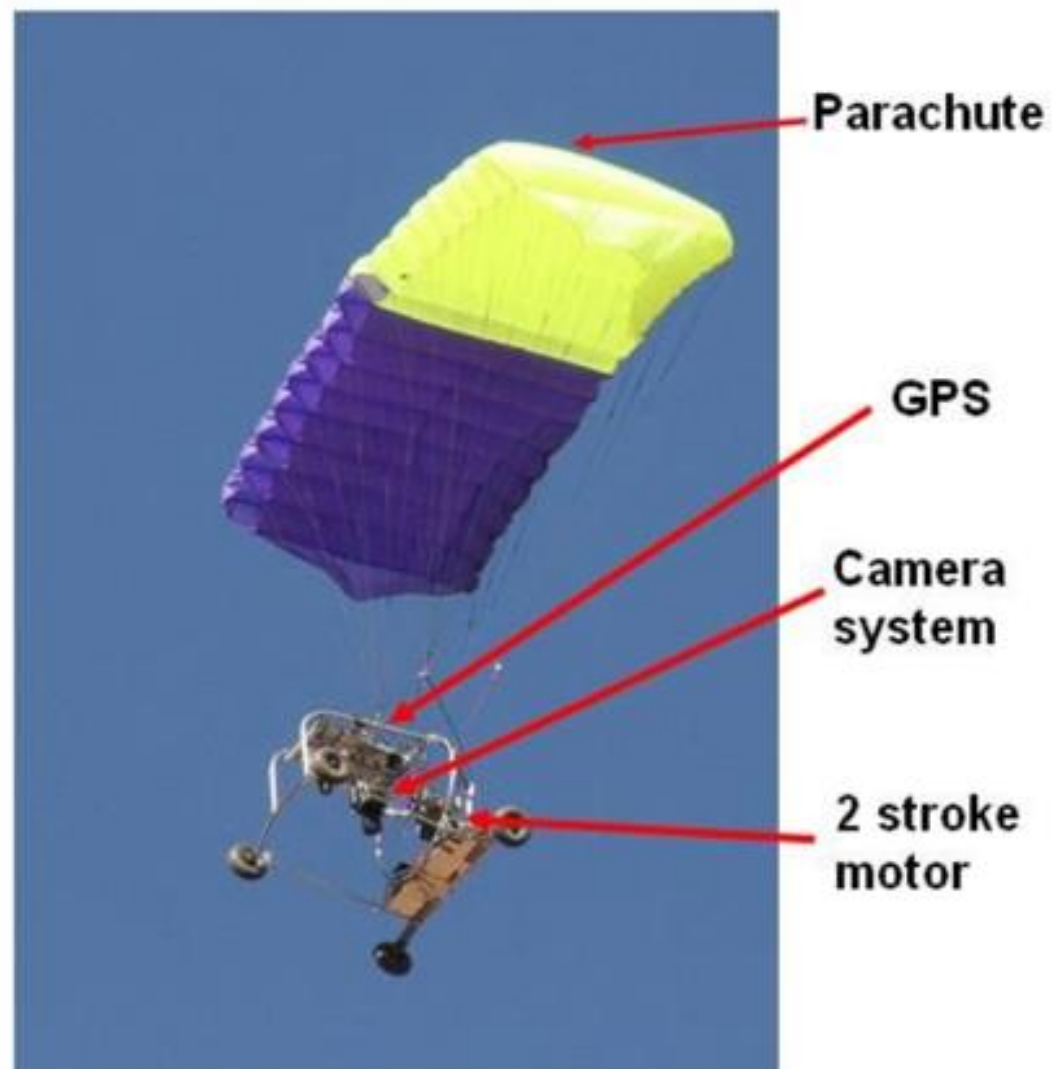
(<https://wingtra.com/>)

The developed hybrid VTOL UAV

(https://www.researchgate.net/publication/317933218_Development_and_Experimental_Verification_of_a_Hybrid_Vertical_Take-Off_and_Landing_VTOL_Unmanned_Aerial_VehicleUAV/figures?lo=1)



5) Parachutes

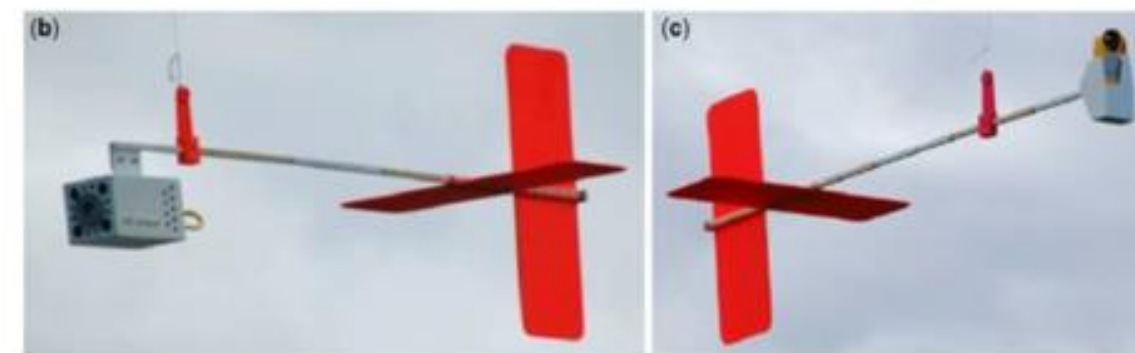


SUSI 62 a robust and safe parachute UAV with long flight time and good payload
([https://www.researchgate.net/publication/274674773_SUSI_62_a_robust_and_safe_parachute_UAV_wit
h_long_flight_time_and_good_payload](https://www.researchgate.net/publication/274674773_SUSI_62_a_robust_and_safe_parachute_UAV_with_long_flight_time_and_good_payload))

6) Balloons, blimps and kites



Blimp at international maize and wheat improvement center
(<https://www.cimmyt.org/news/obregon-blimp-airborne-and-eyeing-plots/>)



Kites and aeropods
(https://www.researchgate.net/publication/260973285_In_situ_observations_and_sampling_of_volcanic_emissions_with_NASA_and_UCR_unmanned_aircraft_including_a_case_study_at_Turrialba_Volcano_Costa_Rica/figures?lo=1)

คุณสมบัติเฉพาะของอากาศยานไร้คนขับ (Specification of UAVs)(1)



- Size of the UAVs
- Cost of the UAVs
- Payload capacity
- Vehicle control
 - Using remote controller or via preprogrammed flight path
- Distance of operation
- Flight duration
- Speed

คุณสมบัติเฉพาะของอากาศยานไร้คนขับ (Specification of UAVs)(2)



- Fuel type (battery/gasoline)
- Launch and recovery methods
- **Sensors***
 - Visual, multispectral, thermal, red edge bandwidth imagery
- **Sensor size***

Regulations of the UAV flying



- UAS
 - <https://www.faa.gov/uas/>
 - <https://uavcoach.com/drone-laws-in-united-states-of-america/>
- UK
 - <https://www.caa.co.uk/Consumers/Unmanned-aircraft-and-drones/>
- Australia
 - <https://www.casa.gov.au/knowyourdrone/drone-rules>
- Canada
 - <https://tc.canada.ca/en/aviation/drone-safety>
- Japan
 - <https://iclg.com/practice-areas/aviation-laws-and-regulations/6-regulations-on-drone-flights-in-japan>
 - <https://uavcoach.com/drone-laws-in-japan/>

Regulations of the UAV flying in Thailand (1)



รู้เรื่องก่อนการใช้โดรน

CAAT
สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย
The Civil Aviation Authority of Thailand

โดรนที่ต้องลงทะเบียน

- 1.โดรนที่มีกล้องทุกกรณี
- 2.โดรนที่มีน้ำหนัก 2 – 25 กก.
- 3.โดรนที่มีน้ำหนักเกิน 25 กก.
(ต้องได้รับอนุญาตเป็นหนังสือ จาก รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม)

สถานที่ในการลงทะเบียนโดรน

กนท.
1.กสทช. ขออนุญาตใช้คลื่นความถี่โดรน

CAAT
สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย
The Civil Aviation Authority of Thailand

2.CAAT ขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศยานโดรน
www.caat.or.th/ucy ทราบผลภายใน 15 วันทำการ
นับจากวันที่เอกสารครบถ้วน

<https://www.caat.or.th/th/archives/39685>

Regulations of the UAV flying in Thailand (2)



• การขึ้นทะเบียนผู้บังคับฯ



<https://uav.caat.or.th/faq.php>

Regulations of the UAV flying in Thailand (3)



ระหว่างทำการบินโดรน

The infographic is divided into two rows of four panels each, illustrating drone regulations. The top row shows: 1) A drone flying at night with a moon, labeled 'ห้ามบินหลังพระอาทิตย์ตกดิน' (No flying after sunset). 2) A drone flying near a commercial airplane, labeled 'ห้ามบินใกล้อากาศยานซึ่งมีนักบิน' (No flying near manned aircraft). 3) A drone flying into a power line, labeled 'ห้ามบินเข้าใกล้เมฆ' (No flying near clouds). 4) A drone flying over a crowd of people, labeled 'ห้ามบินโดยก่อให้เกิดความเดือดร้อน รำคาญแก่ผู้อื่น' (No flying that causes annoyance or discomfort to others). The bottom row shows: 1) A drone flying high above a city skyline, labeled 'ห้ามบินสูงเกิน 90 เมตร นับจากพื้นดิน และห้ามบินในแนวราบกับบุคคล ยานพาหนะ สิ่งก่อสร้าง น้อยกว่า 30 เมตร' (No flying higher than 90 meters from the ground, and no flying horizontally within 30 meters of people, vehicles, or structures). 2) A drone flying near an airport, labeled 'ห้ามบินภายในระยะ 9 กิโลเมตร จากสนามบิน เว้นแต่ได้รับอนุญาต' (No flying within 9 kilometers of an airport, unless authorized). 3) A drone flying near a government building and a hospital, labeled 'ห้ามบินในเขตหวงห้าม เช่น สถานที่ราชการ โรงพยาบาล เว้นแต่ได้รับอนุญาต' (No flying in restricted areas such as government offices or hospitals, unless authorized). 4) A drone flying over a car and a person, labeled 'ห้ามบินโดยก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย ทรัพย์สิน' (No flying that causes danger to life, body, or property).

<https://www.caat.or.th/th/archives/39685>

Regulations of the UAV flying in Thailand (4)



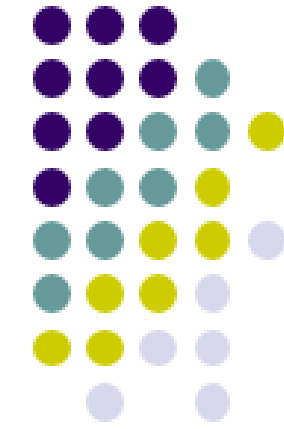
- บินโดรนอย่างไรไม่ให้โดน...เราจะใช้โดรนอย่างไรไม่ให้ผิดกฎหมาย

ไฟล์แนบ

	หลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนโดรน-RPA-regulation-TH.pdf จำนวนการดาวน์โหลด : 3489 ครั้ง	884 KB	
	เงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน-ก่อนทำการบิน-drone-before-flight.pdf จำนวนการดาวน์โหลด : 3832 ครั้ง	7 MB	
	เงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน-ระหว่างบิน-drone-during-flight.pdf จำนวนการดาวน์โหลด : 3171 ครั้ง	7 MB	

<https://www.caat.or.th/th/archives/36515>

การสำรวจด้วยภาพ (Photogrammetry)



- เป็นศาสตร์และเทคโนโลยีหนึ่ง สำหรับการสำรวจรังวัดเพื่อทำแผนที่ และผลิตเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศ
- การรังวัดด้วยภาพจะใช้**ภาพเป็นสื่อกลางในการรังวัด**
- ภาพที่ใช้เป็นสื่อกลางใน**การบันทึกสิ่งปกคลุมและสิ่งที่ปรากฏทางกายภาพ**บนพื้นผิวภูมิประเทศ และปรากฏบนภูมิประเทศเป็นไปตามลักษณะของการใช้ที่ดิน อาณาบริเวณ อาคารสถานที่ หรือวัตถุที่สนใจ
- ภาพจะไปปรากฏในลักษณะ**จำลอง**แบบตามหลักการฉายของแสงด้วยวิธีการกลไก เชิงทัศน หรือเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถทำการจำลองสถานการณ์**เหมือนขณะที่บันทึกภาพได้** (ไพศาล สันติธรรมนนท์, 2553)



Traditional photogrammetry



บินถ่ายภาพทางอากาศ



ขยสามเหลี่ยมทางอากาศ



ระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ



ZEISS SEGV 6 RECTIFIER
เครื่องตัดแก้ความเอียง
ภาพถ่ายทางอากาศ



ZEISS C8
เครื่องร่างแผนที่เชิงกล



WILD A8



WILD BC2
เครื่องร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์



WILD PUG5
เครื่องปรูจุด



WILD PA18
โต๊ะเขียนแผนที่

การสร้างระวางแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศระบบอนาล็อก



Digital photogrammetry



บินถ่ายภาพทางอากาศ



ระวางแผนที่ภาพถ่ายออร์โทขาว-ดำ



ระวางแผนที่ภาพถ่ายออร์โทสี



เครื่องพิมพ์ระวางแผนที่



เครื่องกวาดภาพถ่ายทางอากาศ



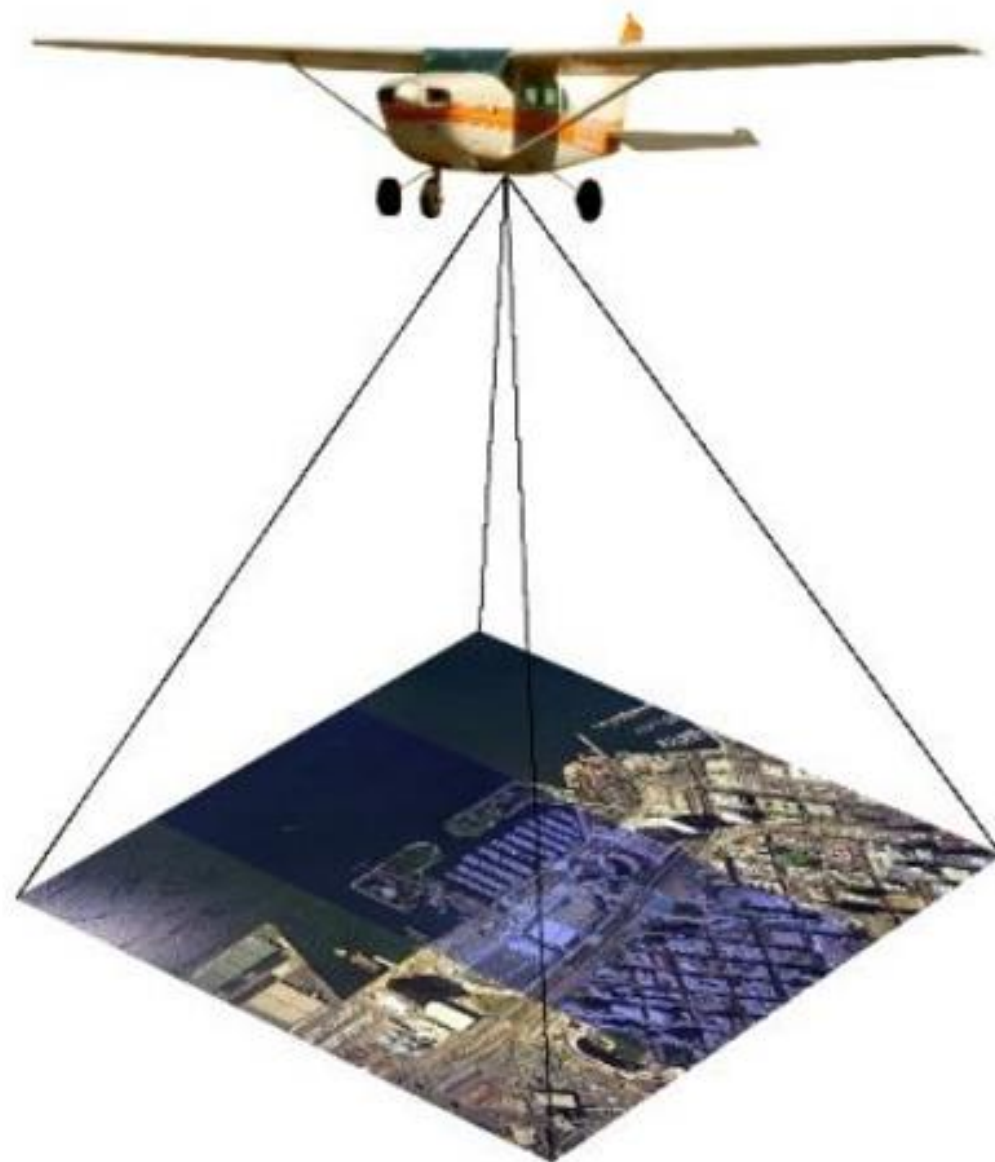
งานขายสามเหลี่ยมทางอากาศเชิงเลข



เครื่องพิมพ์แผ่นกาวติดไฟโสม

กระบวนการรังวัดภาพถ่ายดิจิทัล

การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (UAV Photogrammetry)



Large- VS Small-format aerial photogrammetry ²¹

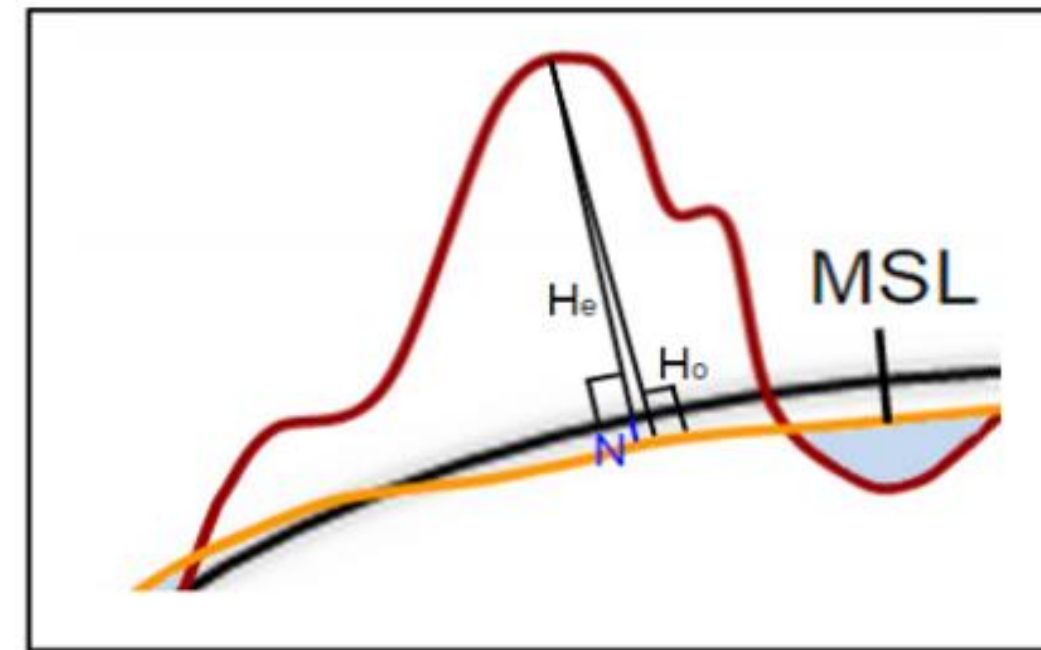
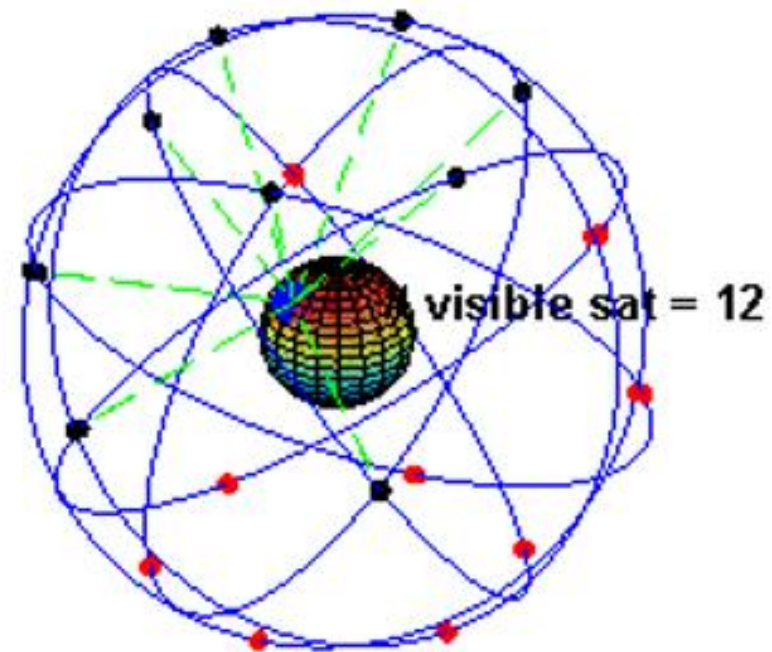
ตัวอย่างภาพถ่ายทางอากาศจากโดรน (The example of UAV photographs)



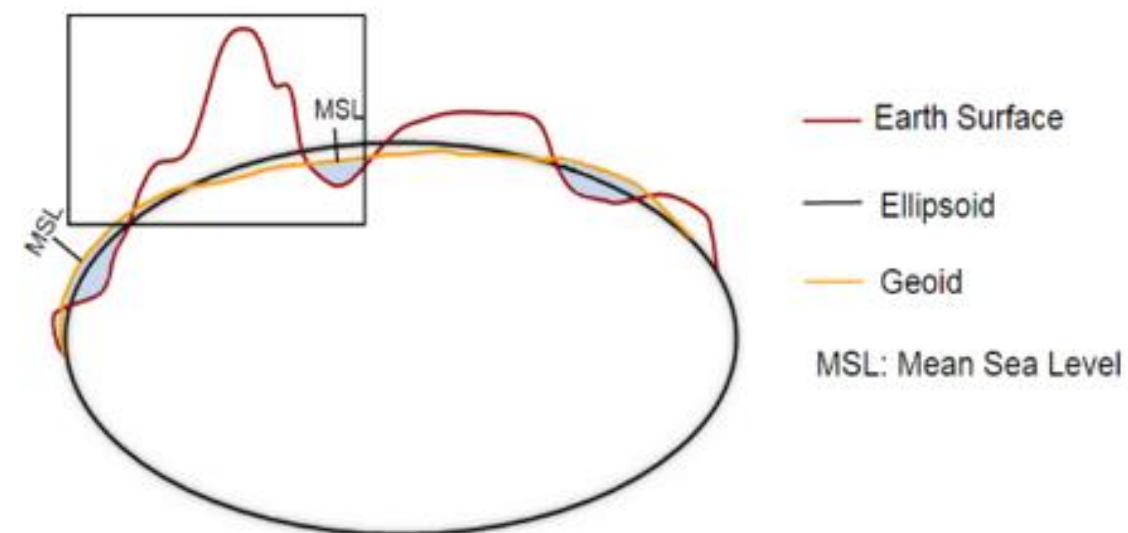
การอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก (Geo-referencing) (1)



- ด้วยเทคโนโลยี GPS/GNSS technology



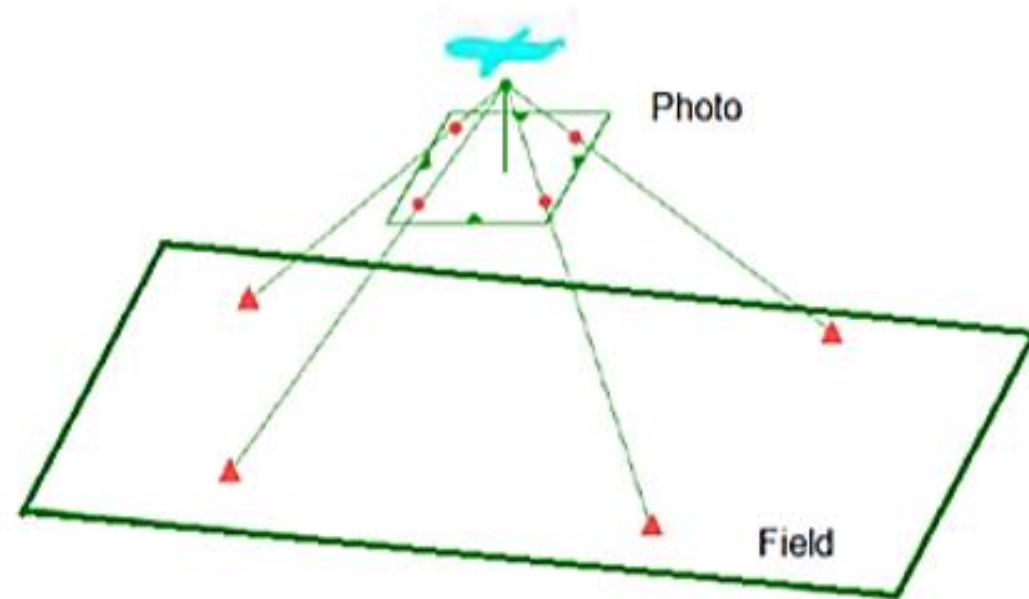
Orthometric height (H_o) vs Ellipsoidal height (H_e)



การอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก (Geo-referencing) (2)

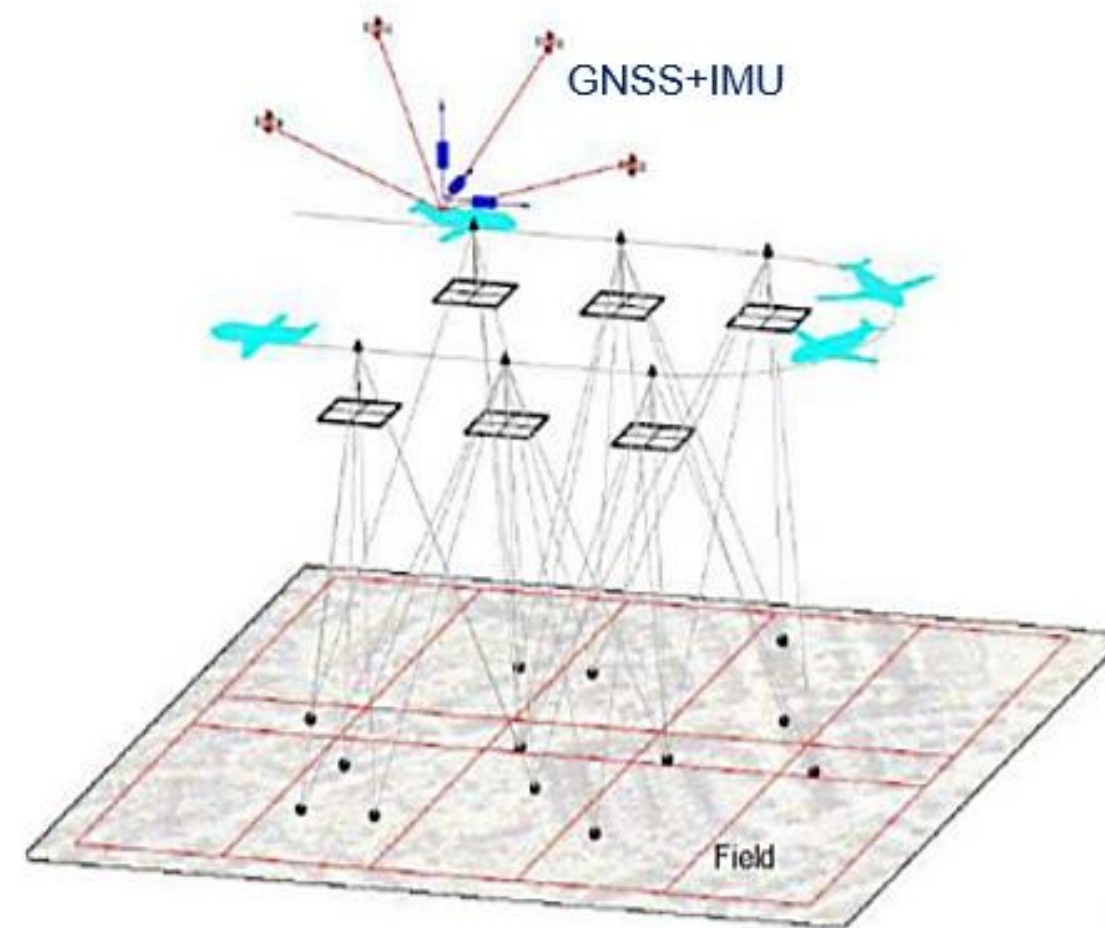


- **Indirect vs Direct** geo-referencing



▲ Ground Control Points (GCP)

Fig. 1 Indirect Geo-Referencing



● Tie Points

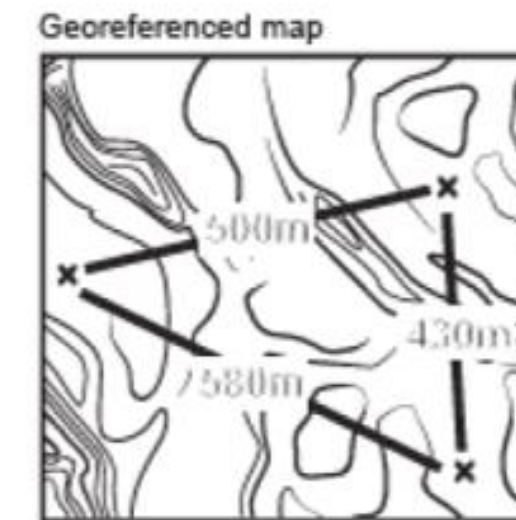
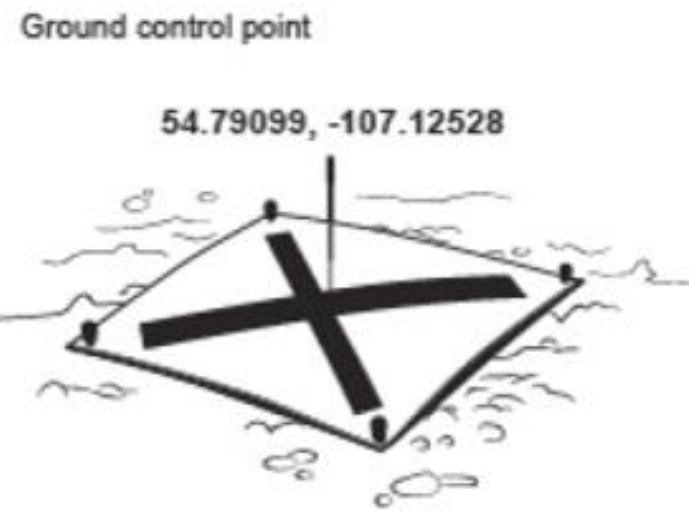
Fig. 2 Direct Geo-referencing

การอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก (Geo-referencing) (3)

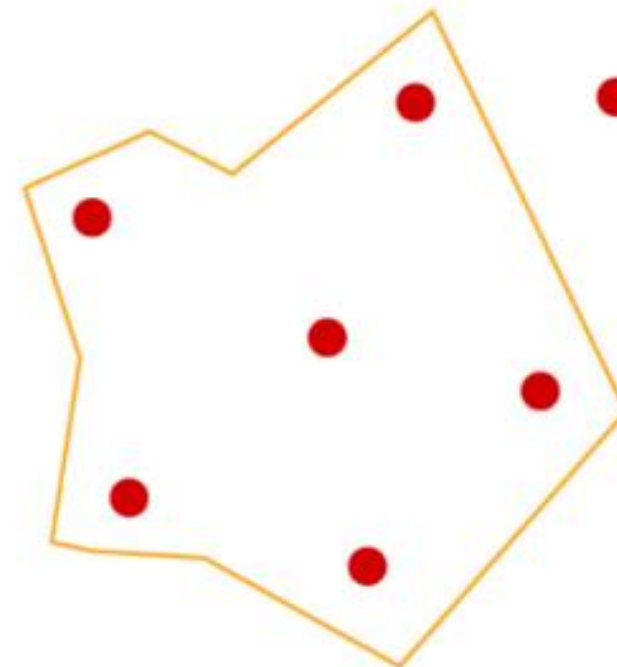


25

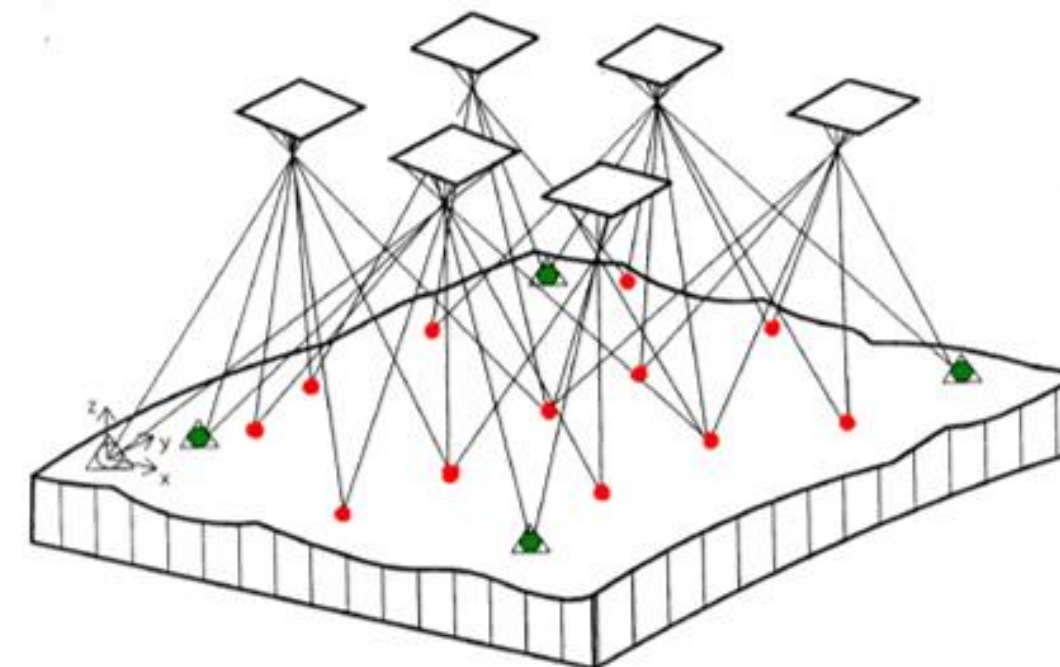
จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground control points: GCPs)



https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2018/Drones-in-agriculture/asptraining/A_ground_control_for_UAV_mapping.pdf



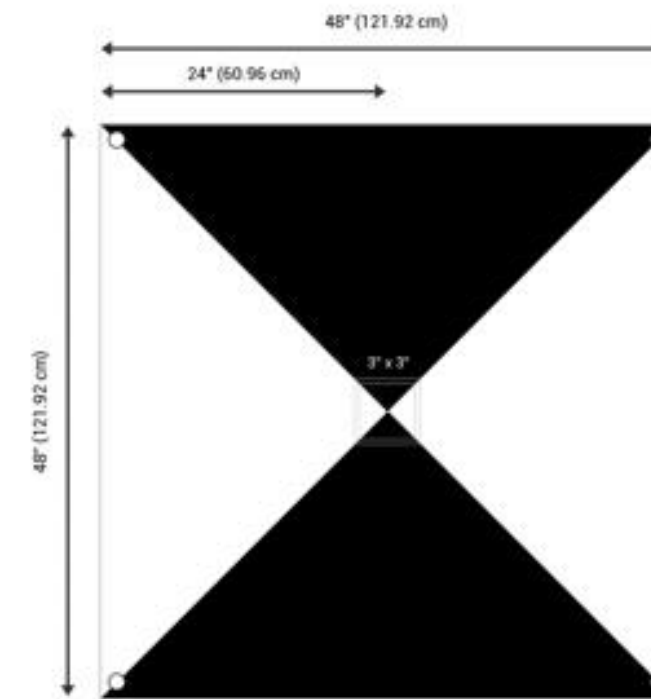
— Aerial Photography Area
● Ground Control Point



<https://www.geavis.si/en/2015/12/why-are-gcps-needed-in-photogrammetry/>

http://zoi_zmije.utia.cas.cz/files/bundle-adj.pdf

ตัวอย่างของเป้าสำหรับจุดควบคุมภาคพื้นดิน (The example of Targets for GCPs)



การเปรียบเทียบระหว่าง Non RTK-Drone และ RTK-Drone



ข้อดี

- ตำแหน่งของโดรนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
 - ลดการวางจำนวนจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs)
 - ลดภาระงานภาคสนามในการสำรวจจุดควบคุมภาคพื้นดิน
- กรณีที่พื้นที่เข้าถึงได้ยาก
 - ไม่สามารถวางและสำรวจจุดควบคุมภาคพื้นดินได้

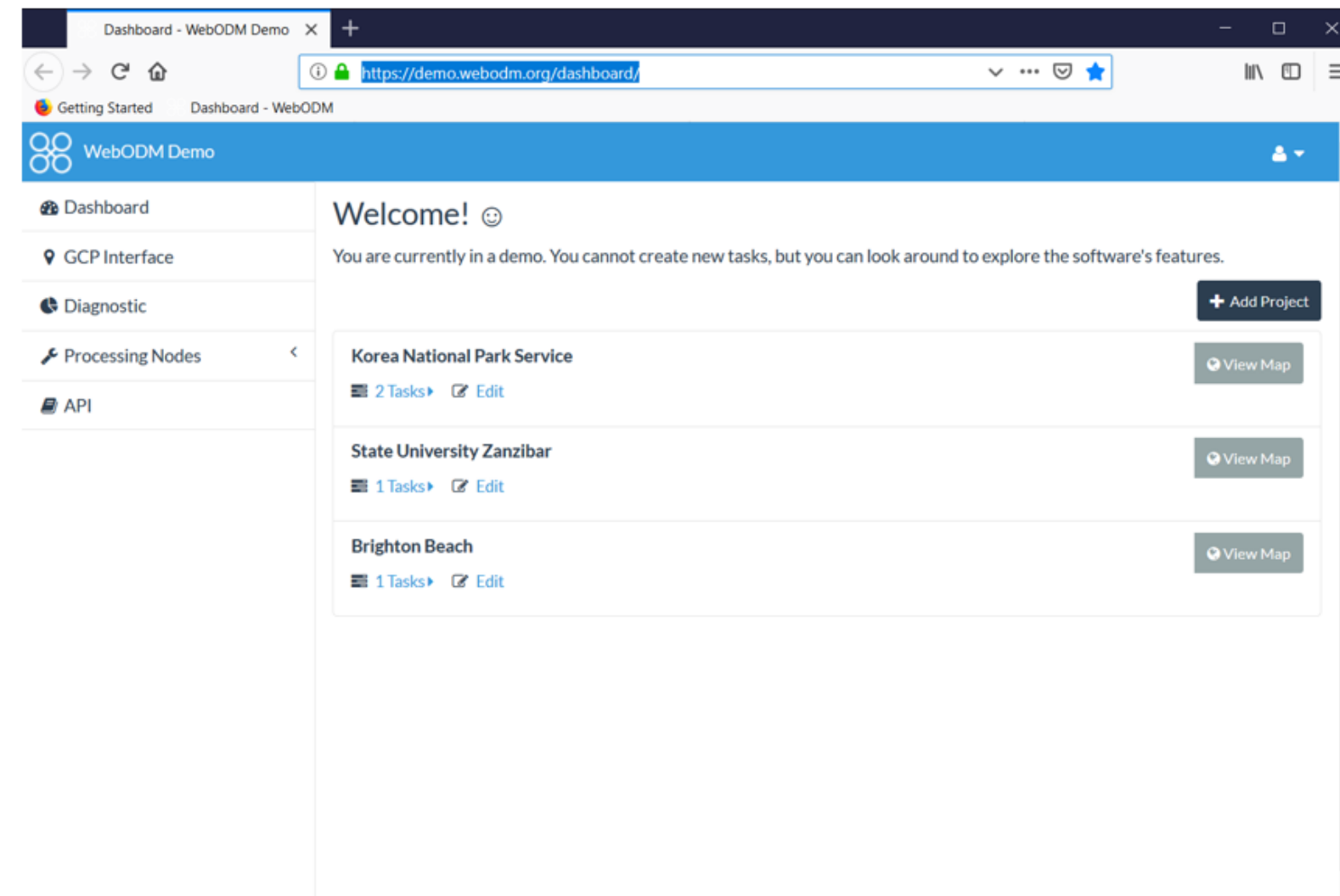
แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับข้อแนะนำ

- ยังต้องมีการใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน
 - เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นและใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง

Examples of open source/free software for photogrammetric processing



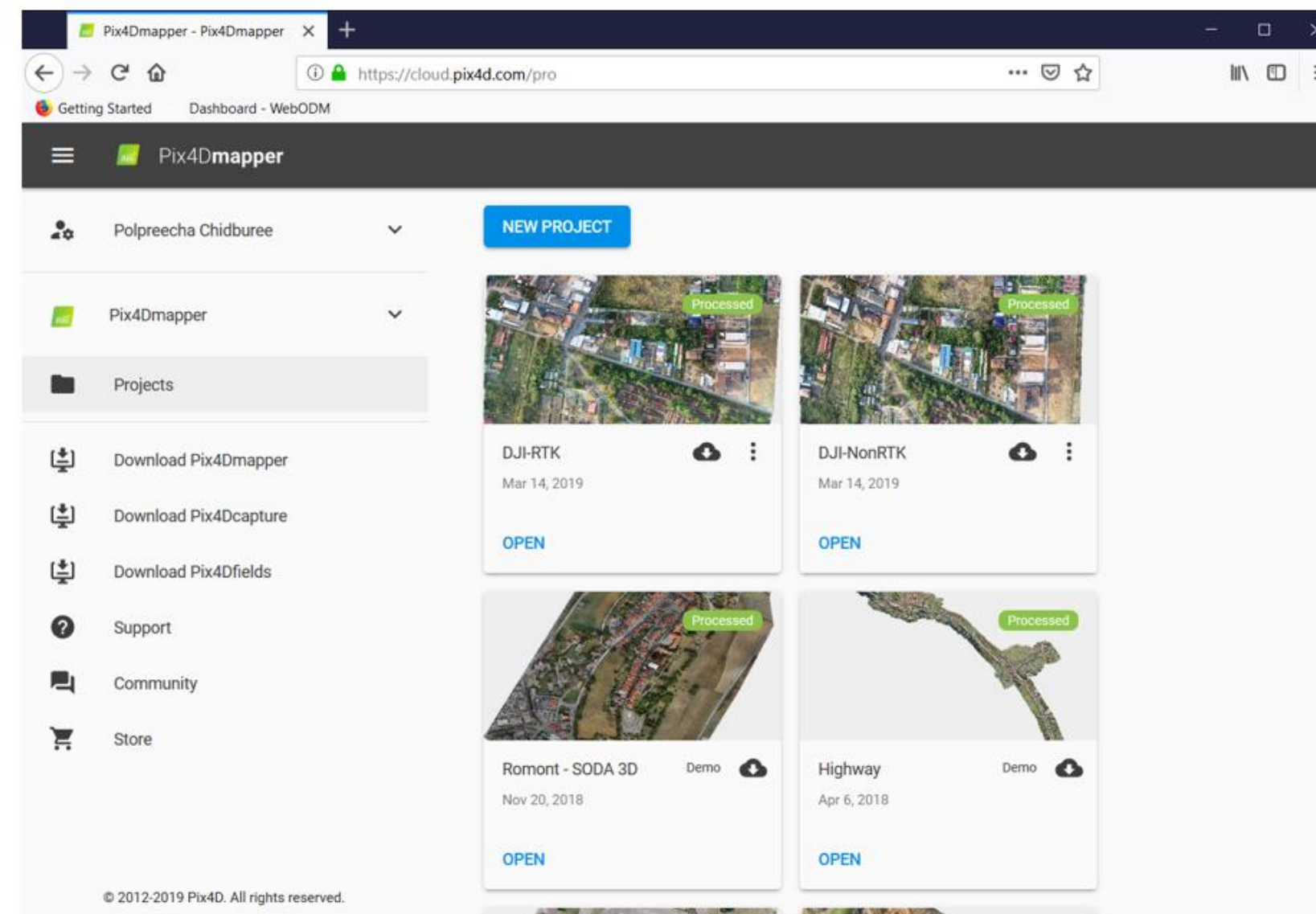
- WebODM (or OpenDroneMap)
 - Download (<https://www.opendronemap.org/>)
 - DEMO (<https://demo.webodm.org/dashboard/>)



Examples of Web sites and services for photogrammetric processing



- Pix4D (<https://www.pix4d.com/>)



- DroneDeploy (<https://www.dronedeploy.com>)

หลักการประมวลผลภาพถ่าย (Photogrammetric processing)

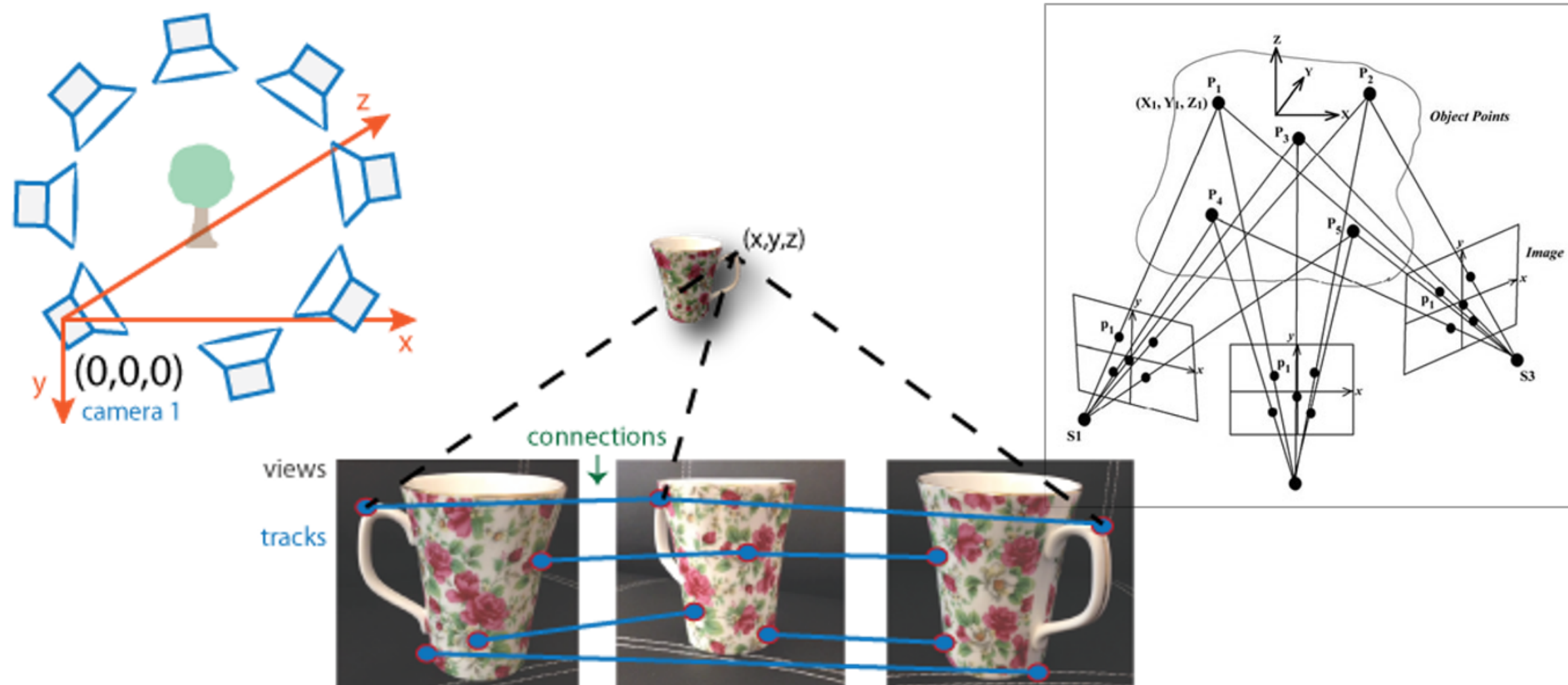
อาจารย์ ดร. พลปรีชา ชิดบุรี
ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร





Structure from motion (SfM)

- A **photogrammetric range imaging technique** for estimating three-dimensional structures **from two-dimensional image sequences** in the fields of **computer vision** and visual perception.



From: MathWorks (2018) (<https://www.mathworks.com/help/vision/ug/structure-from-motion.html>)

การประมวลผลภาพถ่าย (Photogrammetric processing)



Photogrammetry vs Structure-from-Motion

- **Photogrammetry**

- An engineering discipline with a 'measurement' focus, emphasising accuracy, reliability, process robustness.
- A focus on **geometric accuracy** of reconstruction

- **Structure from Motion**

- A scientific discipline with no particular 'end-user', emphasising automation based on a minimal amount of prior information.
- A focus on **realism** of reconstruction

33

From: Granshaw and Fraser (2015) – editorial: computer vision and photogrammetry – interaction and introspection.pdf

Photogrammetry vs Structure from Motion



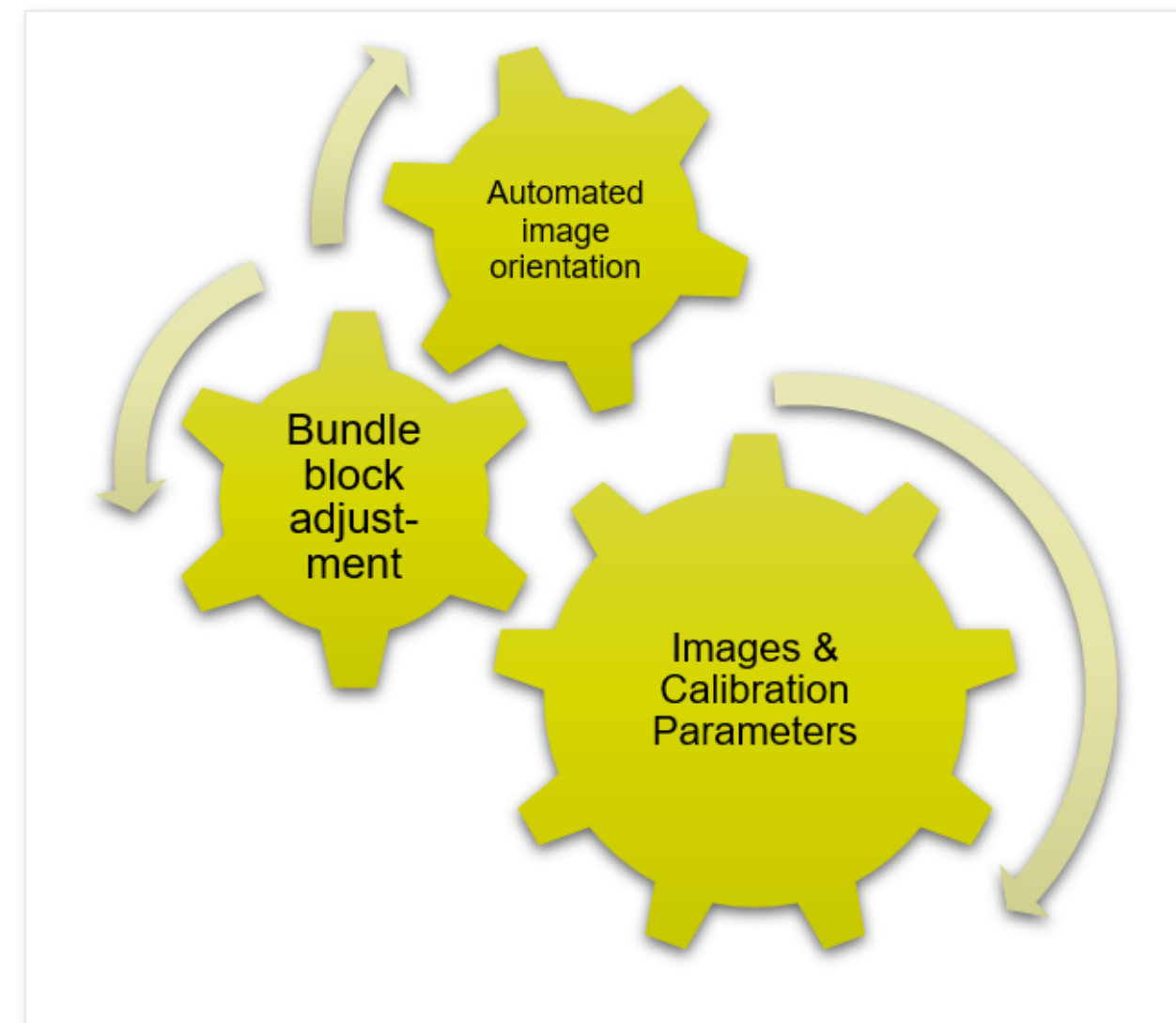
- Different terminology

Photogrammetry	Computer Vision
Image matching	Stereo correspondence
Relative orientation	Fundamental matrix
Interior orientation parameters	Intrinsic parameters
Exterior orientation parameters	Extrinsic parameters
Intersection	Triangulation
Perspective centre	Optical centre
Object space coordinates	World space coordinates

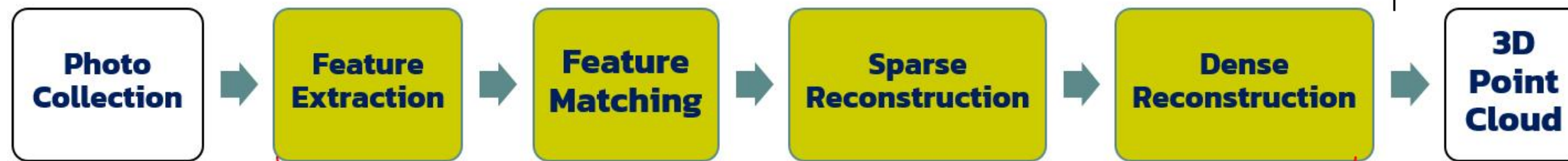


Why SfM over Photogrammetry?

- No initialisation required
- High level of automation ('1 click software's')
- Imagery can be random (strips not required)
- Can handle scale variant / convergent imagery
- Suitable for UAV, terrestrial photogrammetry



SfM-Photogrammetric workflow



A fully automated processing

Photoset



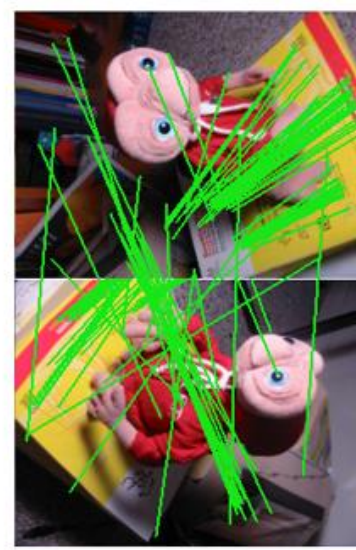
Feature Extraction

1



Feature Matching

2



Sparse Reconstruction

3



Dense Reconstruction

4



36



การอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยจุดควบคุมภาคพื้นดิน

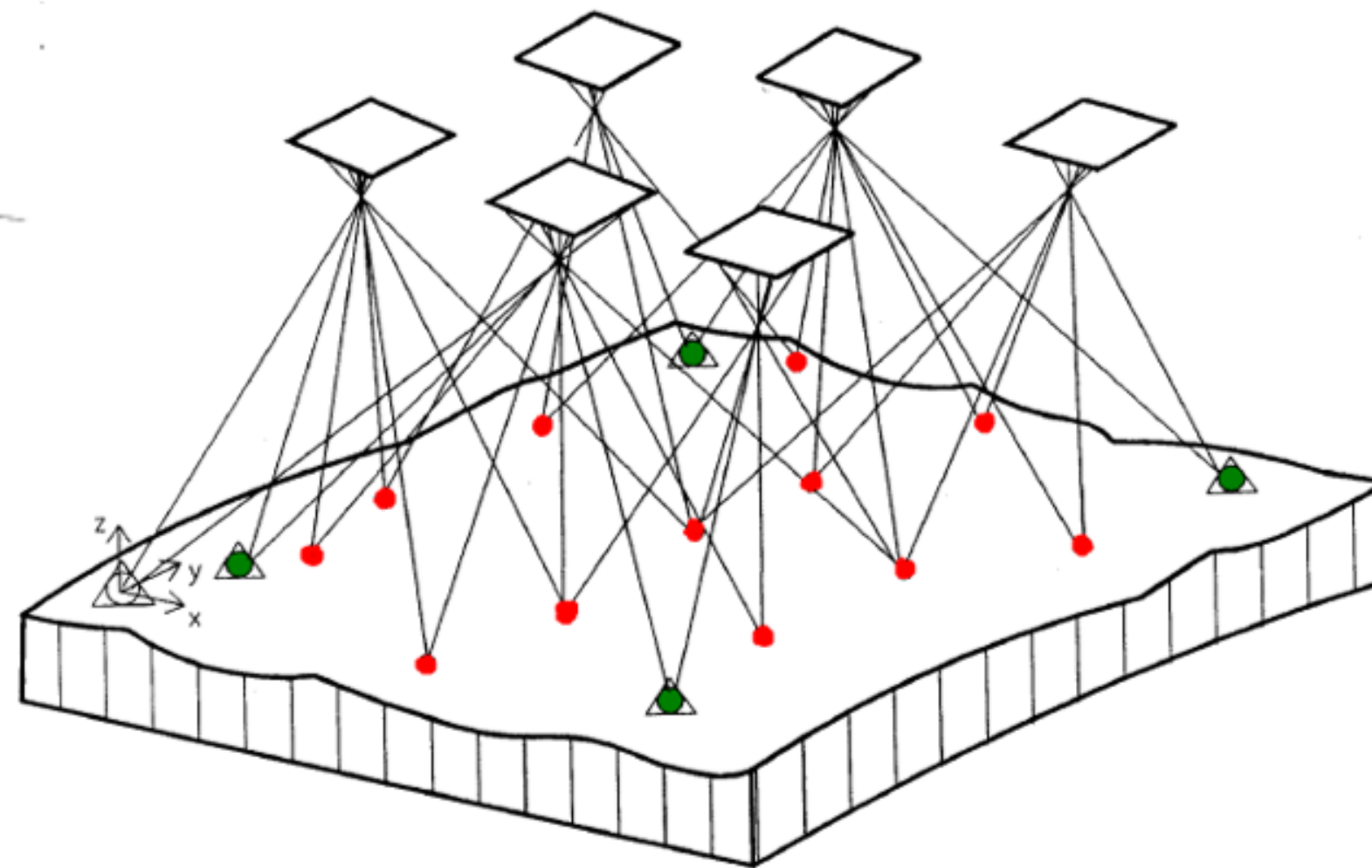
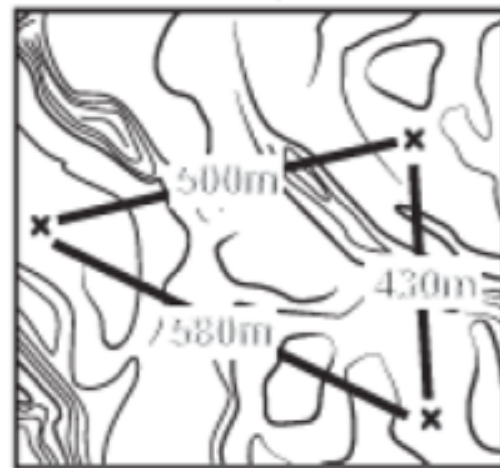


Ground control point

54.79099, -107.12528



Georeferenced map



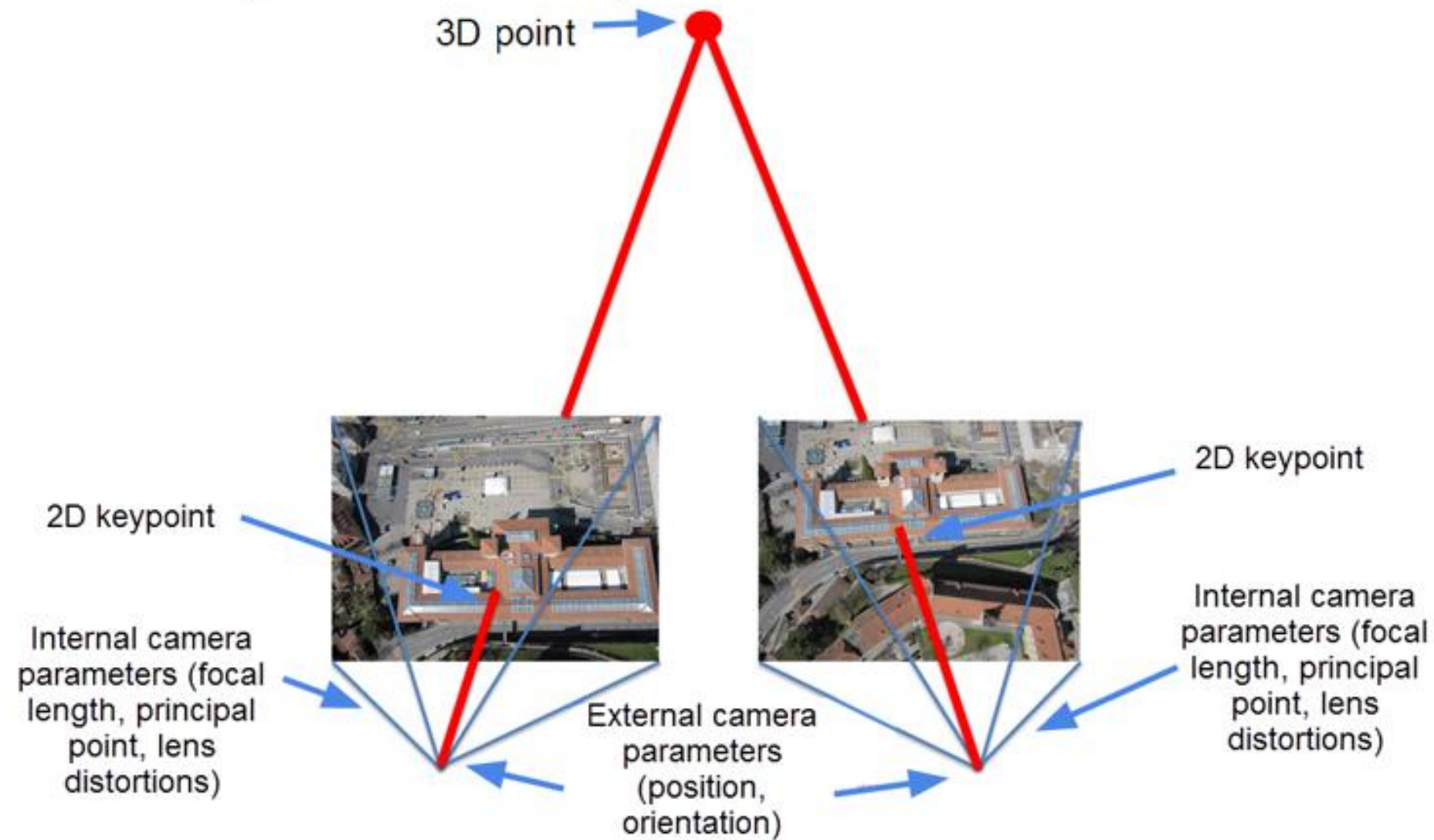
https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2018/Drones-in-agriculture/asptraining/A_ground_control_for_UAV_mapping.pdf

http://zoi_zmije.utia.cas.cz/files/bundle-adj.pdf



ผลผลิตที่ได้จากงานรังวัดด้วยภาพ (1)

- ค่าพิกัดของวัตถุ พร้อมความสัมพันธ์ระหว่างจุดสำหรับขนาด ตำแหน่ง และรูปร่างของวัตถุ



38

ความสัมพันธ์ภาพคู่สามมิติกับการวัดพิกัดวัตถุบนภูมิประเทศ

ผลิตภัณฑ์ได้จากงานรังวัดด้วยภาพ (2)



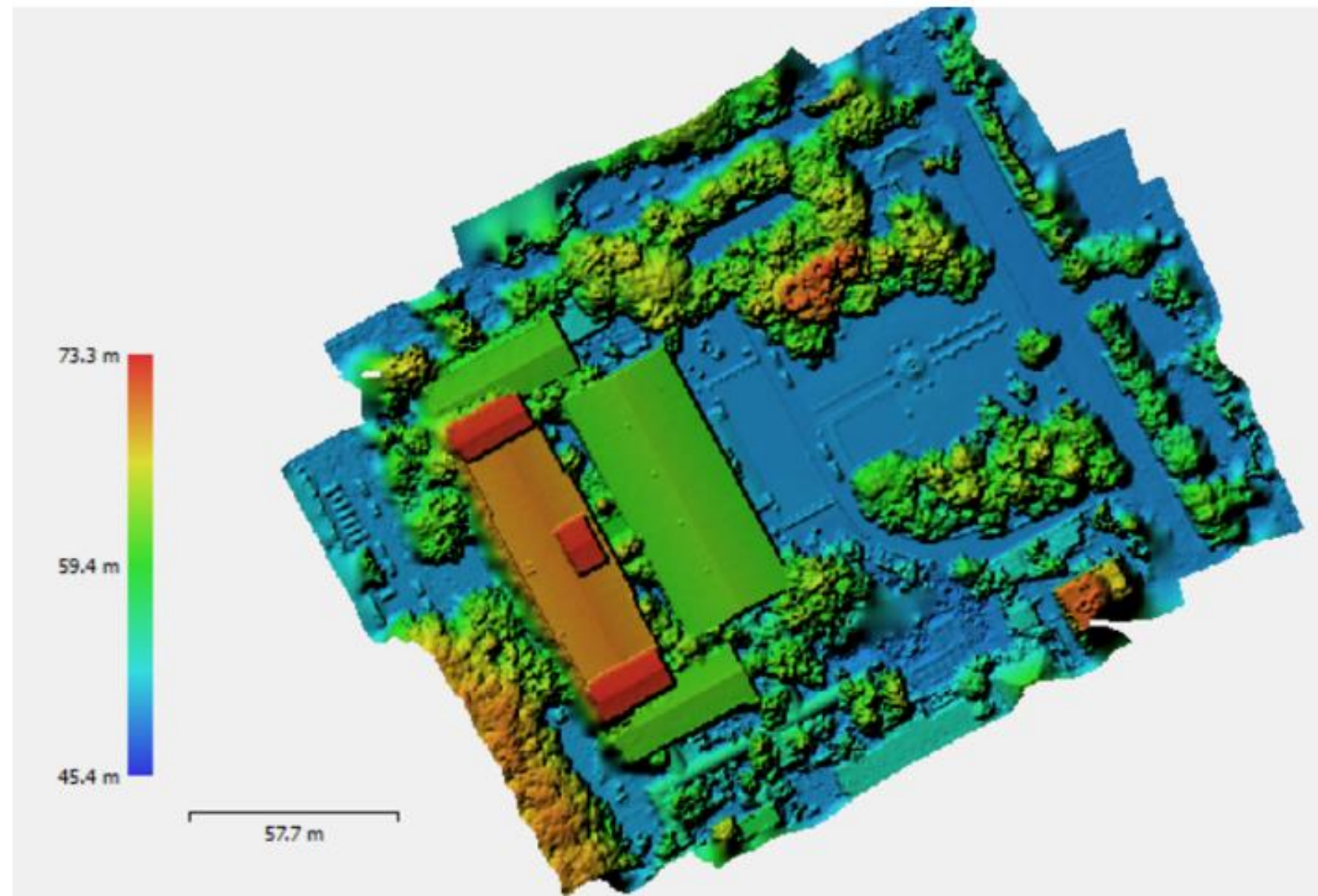
- 3D Point Cloud



ผลิตภัณฑ์ได้จากงานรังวัดด้วยภาพ (3)



- DSM

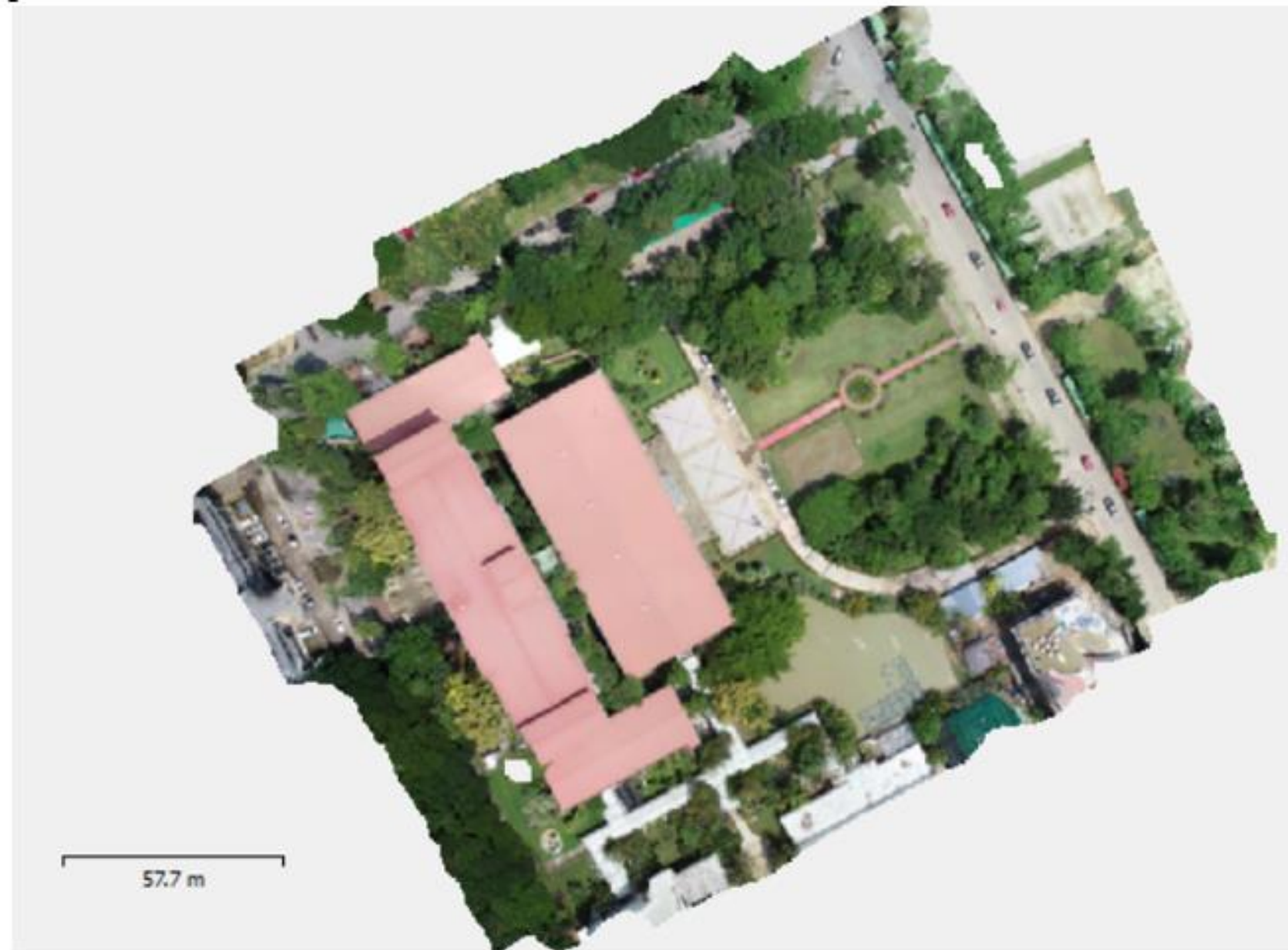


40

ผลิตภัณฑ์ได้จากงานรังวัดด้วยภาพ (4)



- Orthophotos



41

3.3 บทที่ 3 : การฝึกบิน และเก็บข้อมูลภาคสนาม (GCP)





Drone สำหรับงานก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่

รายวิชา ฝึกบิน และเก็บข้อมูลภาคสนาม (GCP)

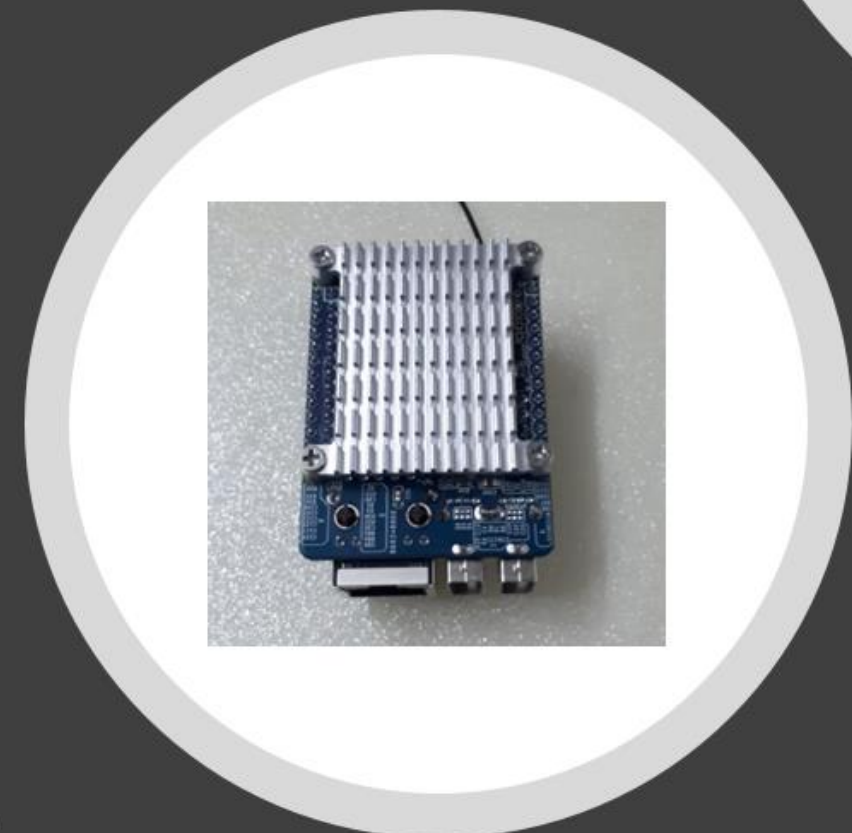
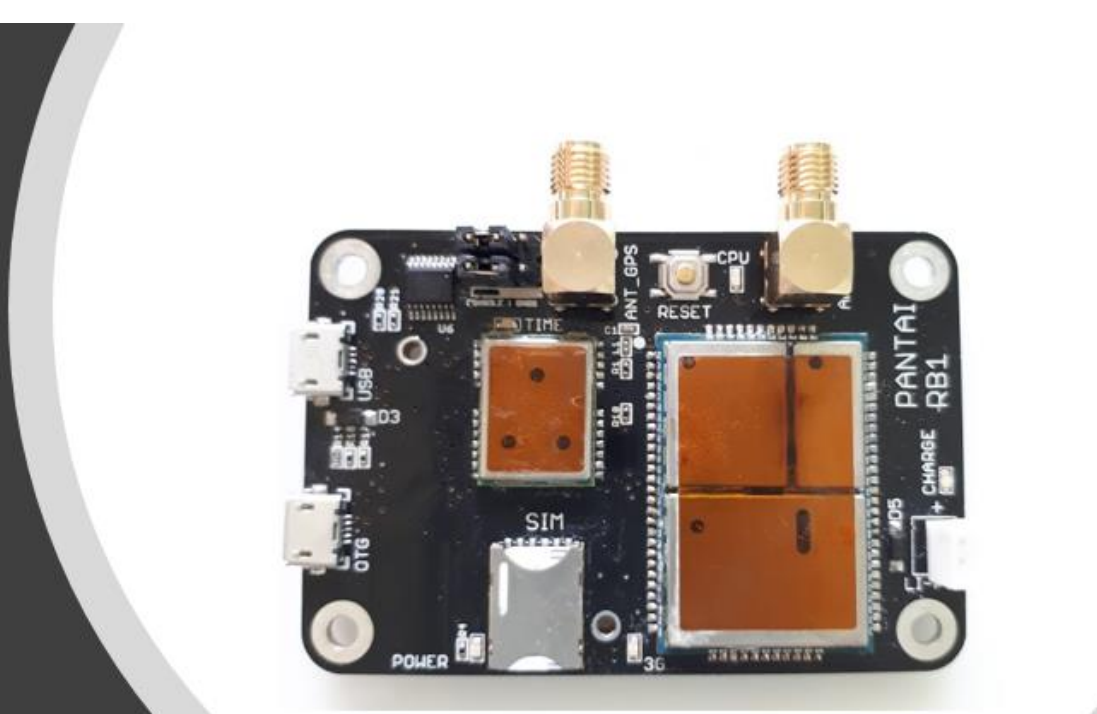
แนะนำการใช้งาน อุปกรณ์พันธุ์ไทย และ แอปพลิเคชันพันธุ์ไทย



PANTAI
Low cost
GNSS L1+L2
RTK Receiver

ประวัติการพัฒนาพันธุ์ไทย

- ปี 2017 ออกตัวพันธุ์ไทยรุ่นแรกที่พัฒนาโดยคนไทย
- รุ่นนี้รองรับ GNSS L1 เท่านั้นใช้ Ublox แบบความถี่ L1 เป็นตัวรับสัญญาณ ส่วน CPU ใช้ Intel Edison
- ปี 2018 เปลี่ยนตัว CPU ใหม่ แทน Intel Edison ที่เลิกผลิตไป
- ปี 2020 พันธุ์ไทยเพิ่มการรองรับชิพ Ublox รุ่นใหม่ที่รับสัญญาณแบบ 2 ความถี่ ซึ่งให้ค่าพิกัดที่ดีกว่ามากๆ





ประวัติการพัฒนาพันธุ์ไทย

PANTAI PRML2



PANTAI PRML2



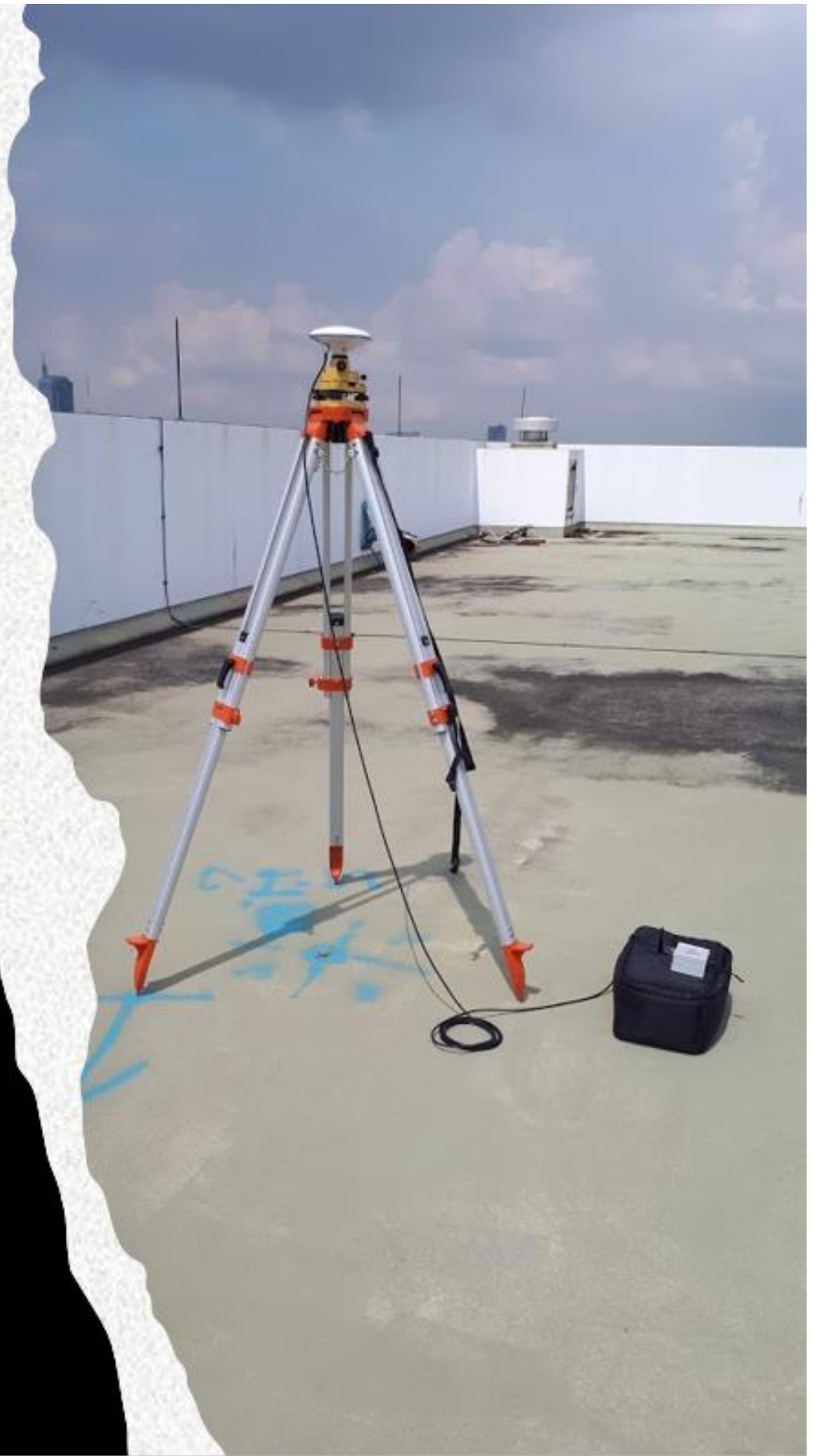
<https://www.youtube.com/watch?v=ln8M-DBsNJ8>



PANTAI PRBL2MOB



PANTAI PRBL2MOB



PANTAI PRBL2MOB







PANTAI PRBL2MOB



PANTAI PRBL2MOB



PANTAI PRBL2BASE







เบสชั่วคราว (Temporary Base)

ข้อดี

- สามารถนำไปใช้ที่ใดก็ได้
- การติดตั้งง่ายและเคลื่อนย้ายง่าย
- รองรับ rover หรือโดรนได้พร้อมกันหลายลำ
- ใช้สร้างหมุดอ้างอิงเพื่อทำ GCP

ข้อเสีย

- ไม่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาหรือตลอดโครงการ
- พิกัดไม่แม่นยำมากนักเนื่องจากใช้เวลาหาจุดอ้างอิงน้อย แต่ถ้าใช้พิกัดที่รู้ค่าจะทำให้ค่าพิกัดที่ได้แม่นยำสูง
- ไม่ทนต่อลมและฝน
- หายได้



เบสถาวร (Permanent Base)

ข้อดี

- ทำงานได้ตลอด 24 ชม
- ให้ค่าปรับแก้กับ rover ได้พร้อมกันจำนวนมาก
- ทนแดด ทนฝน และลมแรง
- ให้ค่าพิกัดที่เสถียรและแม่นยำเนื่องจาก base line สั้น
- ระยะการให้บริการในรัศมี 20 กิโลเมตร
- เหมาะกับงานเกษตรและงานเหมือง

ข้อเสีย

- ราคาสูงกว่า แต่คุ้มค่าการลงทุน
- ทำงานผ่านเครือข่าย 3G หรือ 4G เท่านั้น



ติดตั้งใช้งาน แอปพลิเคชันพันธุ์ไทย



เชื่อมต่อกับอุปกรณ์



ตั้งค่า General



ตั้งค่า Rover



ตั้งค่า Base



ตรวจสอบสถานะ



ตรวจสอบสัญญาณดาวเทียม



การจัดการแผนที่





การจัดการแผนที่

- แนะนำแผนที่และเครื่องมือต่างๆ
- เก็บค่าพิกัด
- การวัดระยะระหว่างจุด 2 จุด
- การ Stake จุด

สมุดบันทึกงาน (Work Book)





สมุดบันทึกงาน Work Book

- สร้างงาน
- เปิดงานเก่า
- ออกรายงาน
- ส่งออกงาน
- นำเข้างาน
- ลบงาน

3.4 บทที่ 4 : การติดตั้งเครื่องมือโปรแกรมประมวลผลภาพ (OpenDroneMap / WebODM)



การใช้ข้อมูลภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ ผ่านระบบ Drone Web Mapping

นายชิงชัย หุมห้อง

chingchai.h@gmail.com
MAPEDIA Co., Ltd.
www.mapedia.co.th

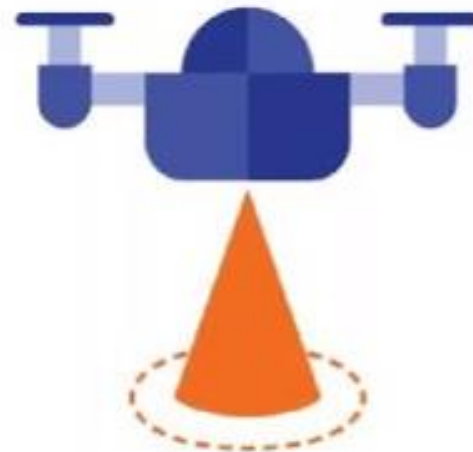
THE BEST SOLUTION FOR YOUR FUTURE MAPPING

ผังการทำงานของการทำแผนที่ด้วยโดรน

1 Upload your flight plan



2 Auto flight & data capture



3 Data upload & processing



4 Access & analyze your job site



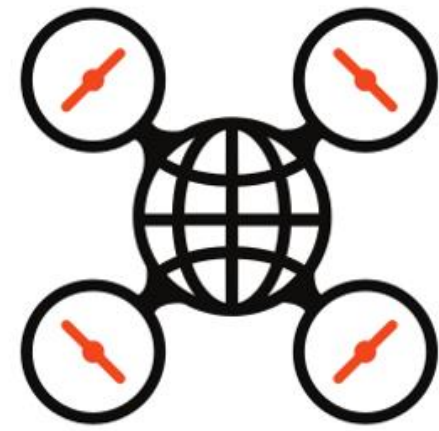
โปรแกรมประมวลผลภาพ

เชิงพาณิชย์



ฟรีและรหัสเปิด





OpenDroneMap

Drone Mapping Software

Generate maps, point clouds, 3D models and DEMs from drone, balloon or kite images.

www.opendronemap.org

OpenDroneMap is an open source toolkit for aerial drone imagery.

It is modern photogrammetry – fully automated matching, digital surface modeling, and mosaicking

Projects

ODM



A command line toolkit to process aerial images. Since its creation in 2014, it has become the de-facto standard of open source drone image processing.

[Go To Project](#)

WebODM



A user-friendly, extendable application and API for drone image processing. It provides a web interface to ODM with visualization, storage and data analysis functionality.

[Go To Project](#)

NodeODM



A lightweight REST API to access ODM. It also provides a minimal web interface to access its functions.

[Go To Project](#)

LiveODM



A bootable DVD/USB ISO with ODM, node-ODM and WebODM pre-installed.

CloudODM



A command line tool to process aerial imagery in the cloud.

PyODM



A Python SDK for adding aerial image processing capabilities to applications.

Features



Orthomosaics

Georeferenced, orthorectified maps.



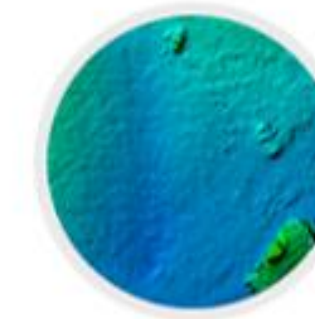
3D Models

3D models and point clouds in a variety of formats.



Export

High resolution GeoTIFF, PNG, LAS, OBJ formats.



Elevation Models

Easily generate georeferenced DSMs/DTMs.



Measurements

Make volume and area measurements with ease.



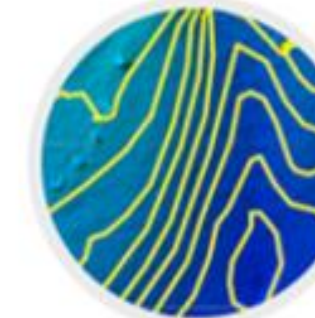
Ground Control Points

Create and use GCPs for additional accuracy.



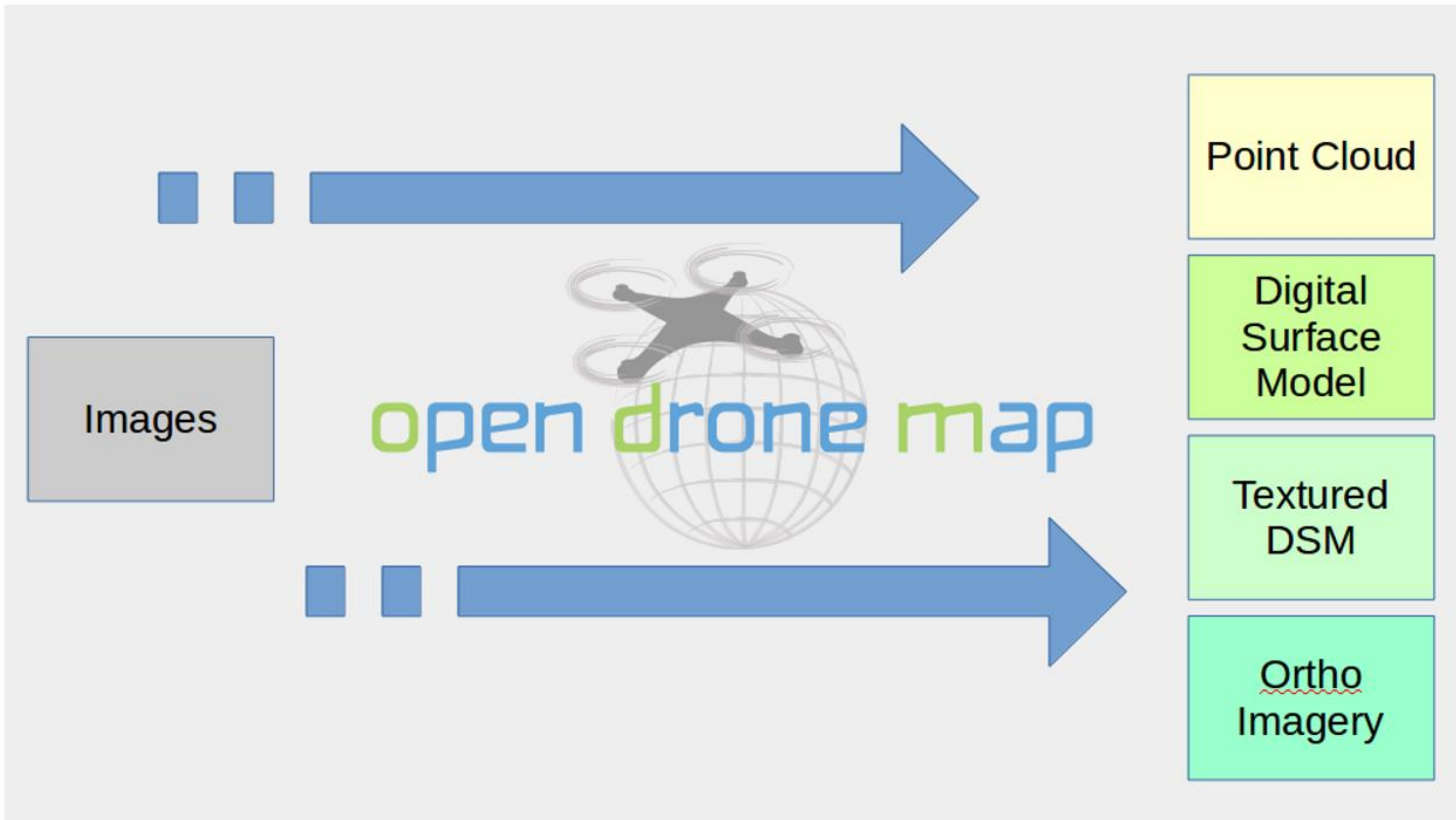
Share

Easily share your maps and 3D models.



Contours

Preview and export elevation contours to AutoCAD, ShapeFile, GeoPackage.



System Requirements

ข้อกำหนดขั้นต่ำของ WebODM สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

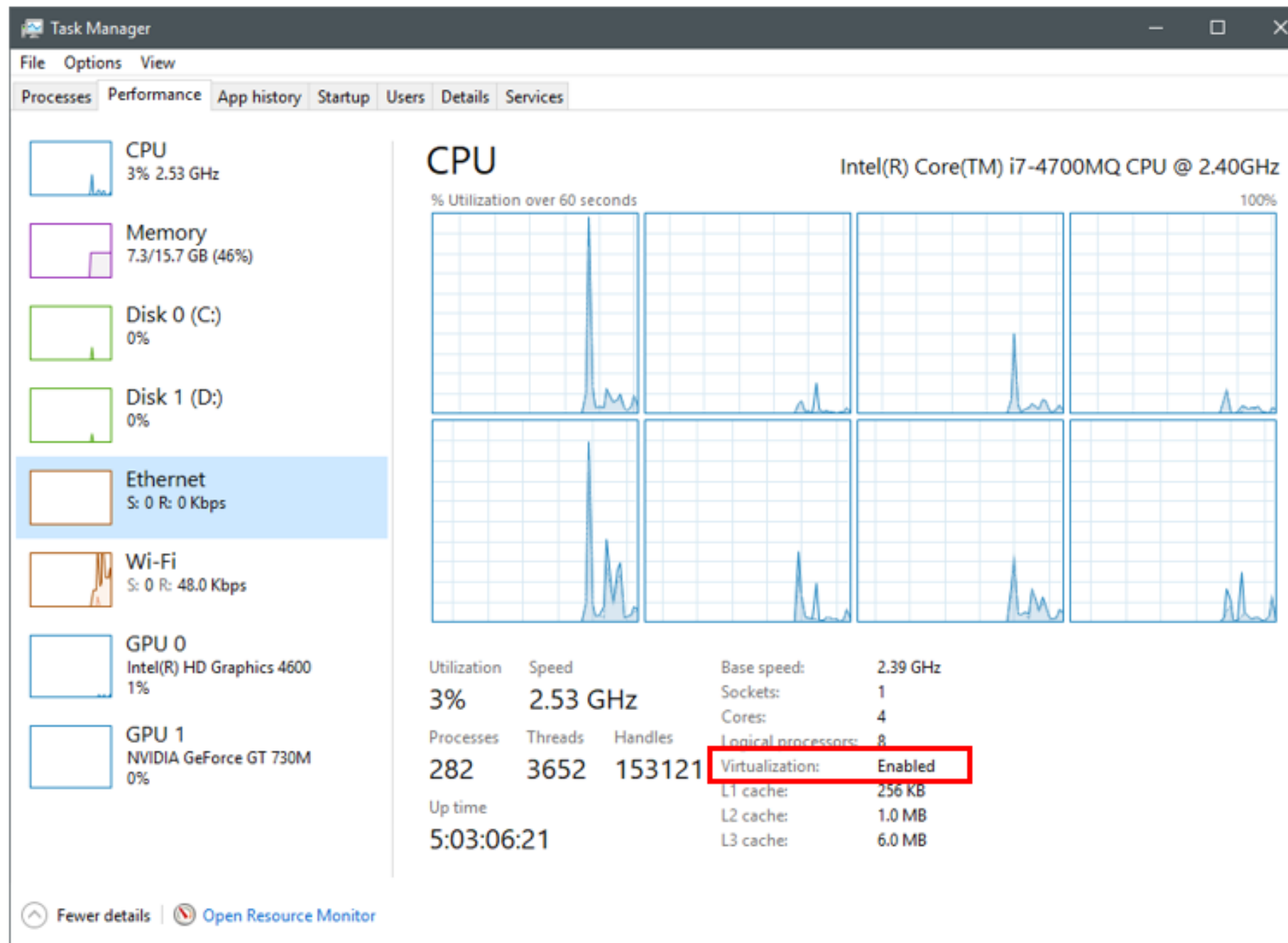
- Windows 10
- CPU 64 บิตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 Core
- รองรับ VT-X
- พื้นที่ว่างในฮาร์ดดิสก์ 100 GB
- RAM อย่างน้อย 4 GB ขึ้นไป

* โปรแกรมติดตั้ง WebODM ไม่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ 32 บิต

ข้อกำหนดขั้นต่ำของ WebODM สำหรับระบบปฏิบัติการ macOS

- macOS El Capitan 10.11 หรือใหม่กว่า
- ฮาร์ดแวร์ Mac จะต้องเป็นรุ่น 2010 หรือใหม่กว่าและรองรับ Intel virtualization
- พื้นที่ว่างในฮาร์ดดิสก์ 100 GB
- RAM อย่างน้อย 4 GB ขึ้นไป

Task Manager





How to Use WebODM

Installation


Download

To install WebODM you have two choices:

Manual Install


WebODM is free and open source software. If you are a technical user and don't mind getting your hands dirty, go to GitHub, get a copy of the source code and follow the README.

- Command line skills required
- Community support

 [Go to GitHub](#)

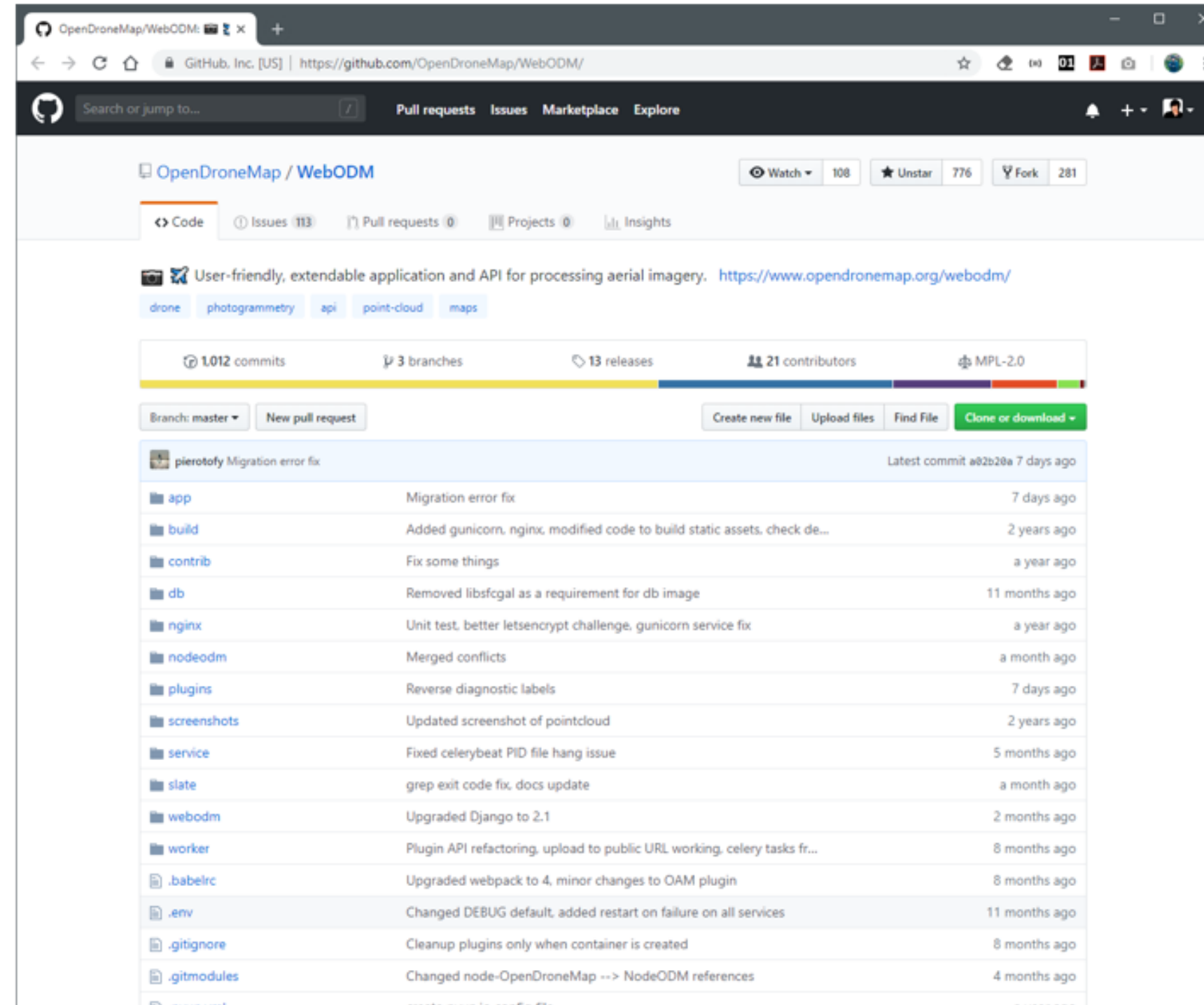
WebODM Installer

The installer makes it easy to install WebODM.

- No command line skills needed
- Installation manual
- Install support
- Support the project! 

 [Choose an Installer](#)

Manual Install

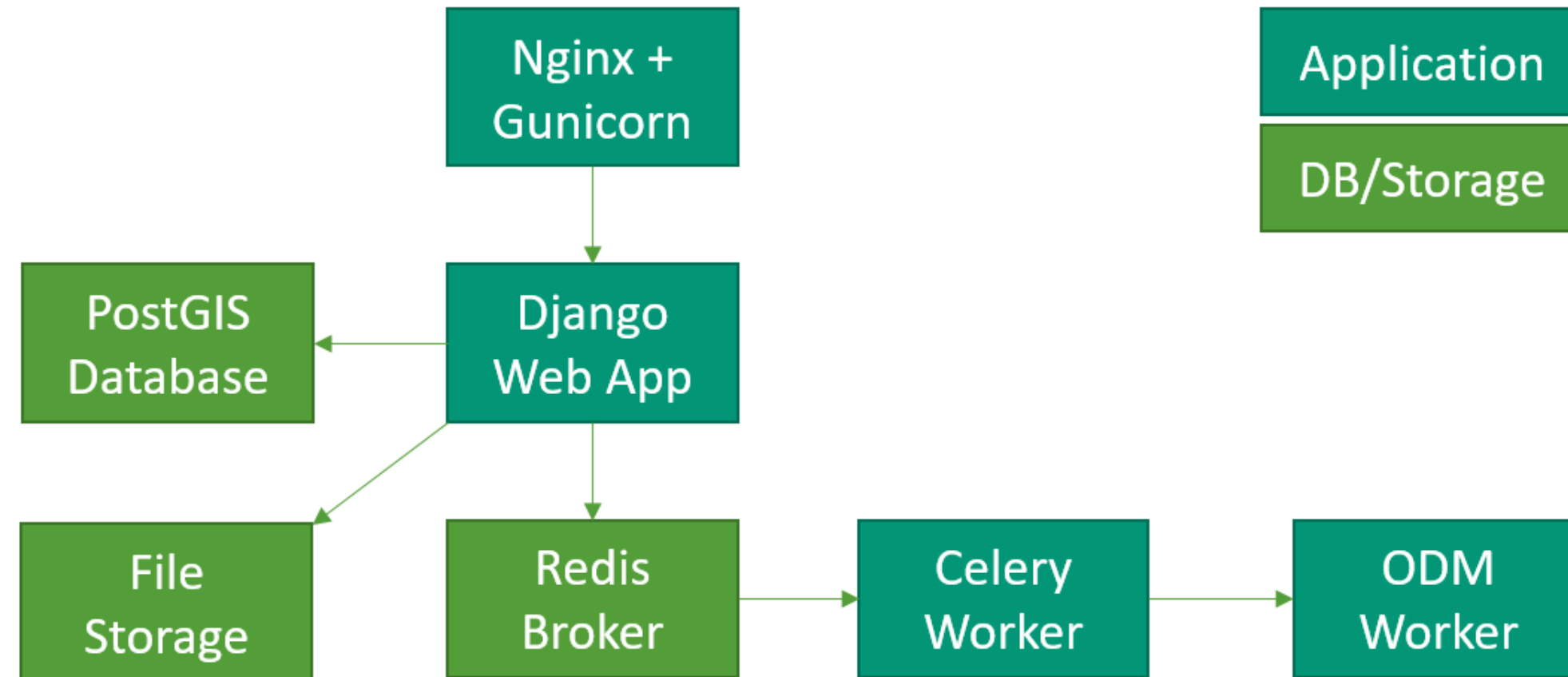


WebODM Installer

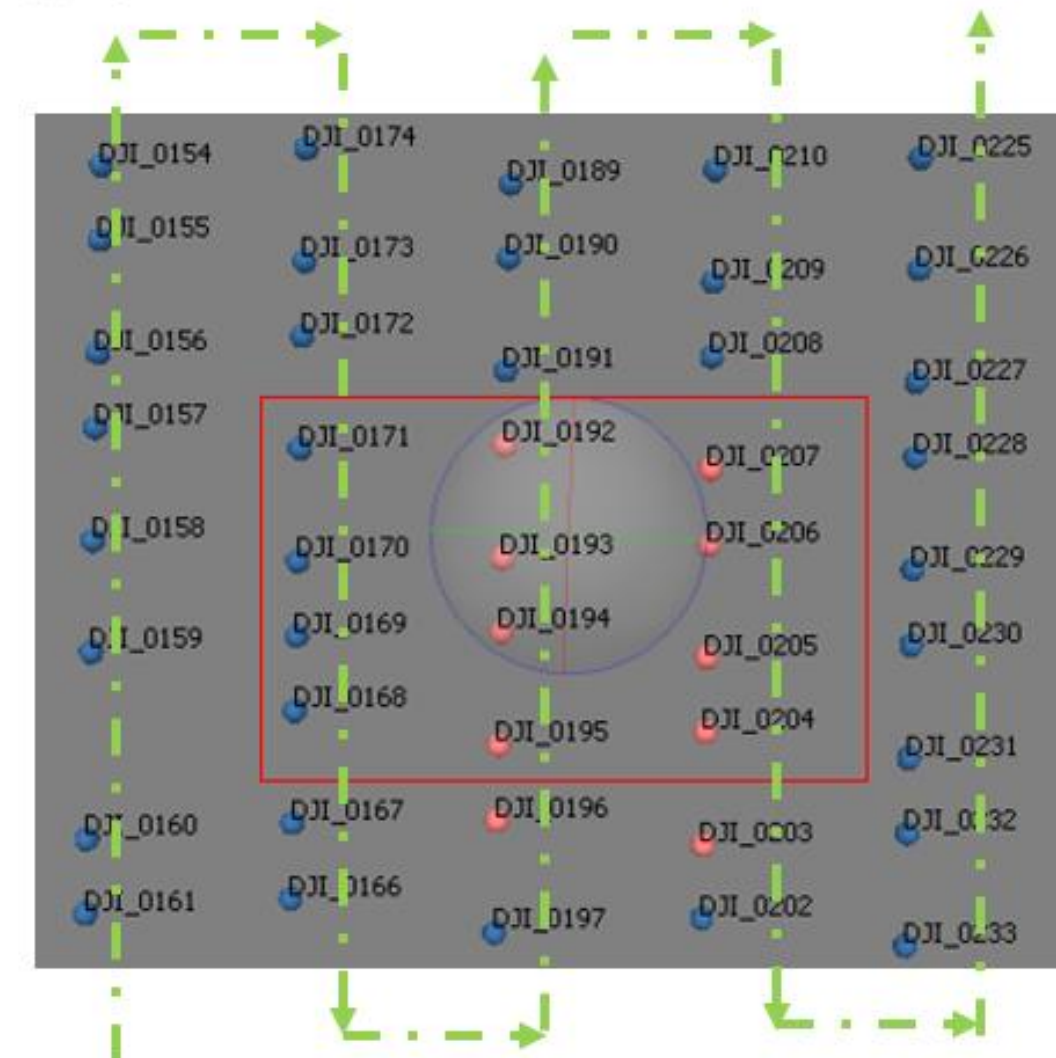
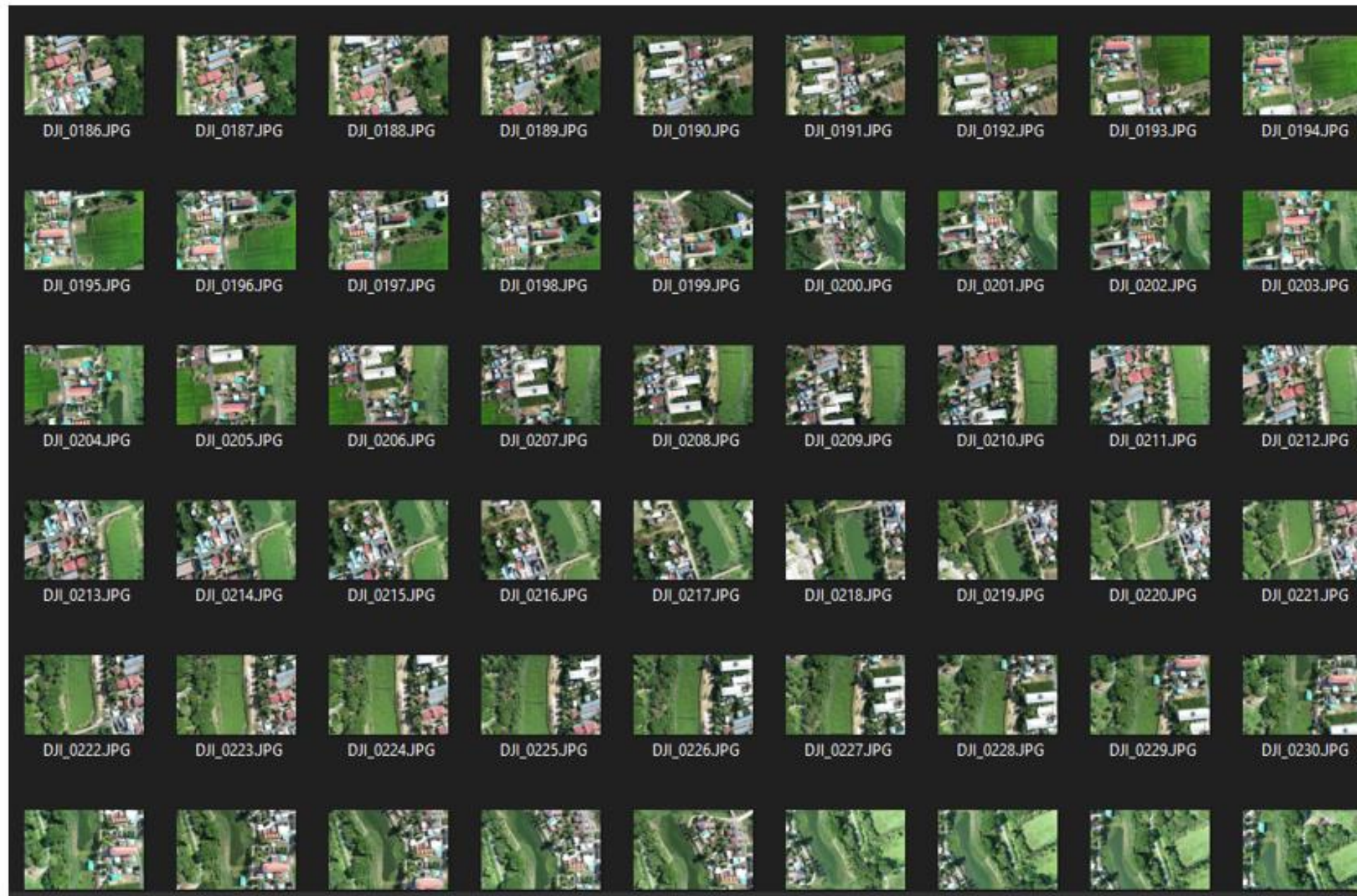
Standard
One-time purchase
🖥️ WebODM Installer
Installer Documentation + Troubleshooting Guide
1 Year Installation Support
Per-User License ⓘ
Updates Included
30 Days Money-Back Guarantee
Buy for Windows (\$57.00)
Buy for macOS (\$57.00)
Buy Bundle (\$97.00)

Business
One-time purchase
🖥️ WebODM Installer
Installer Documentation + Troubleshooting Guide
1 Year Priority Installation Support (24 hours response)
Per-User License ⓘ
Updates Included
30 Days Money-Back Guarantee
Buy for Windows (\$147.00)
Buy for macOS (\$147.00)
Buy Bundle (\$197.00)

WebODM



ภาพที่ได้จากการถ่ายภาพจากโดรน



Photogrammetric process

- Structure from Motion
- Point Cloud Densification
- Poisson Surface Reconstruction
- Multi-View Stereo Texturing
- Orthophoto Generation

Photogrammetric process

- **Structure from Motion**
- Point Cloud Densification
- Poisson Surface Reconstruction
- Multi-View Stereo Texturing
- Orthophoto Generation

Structure from Motion

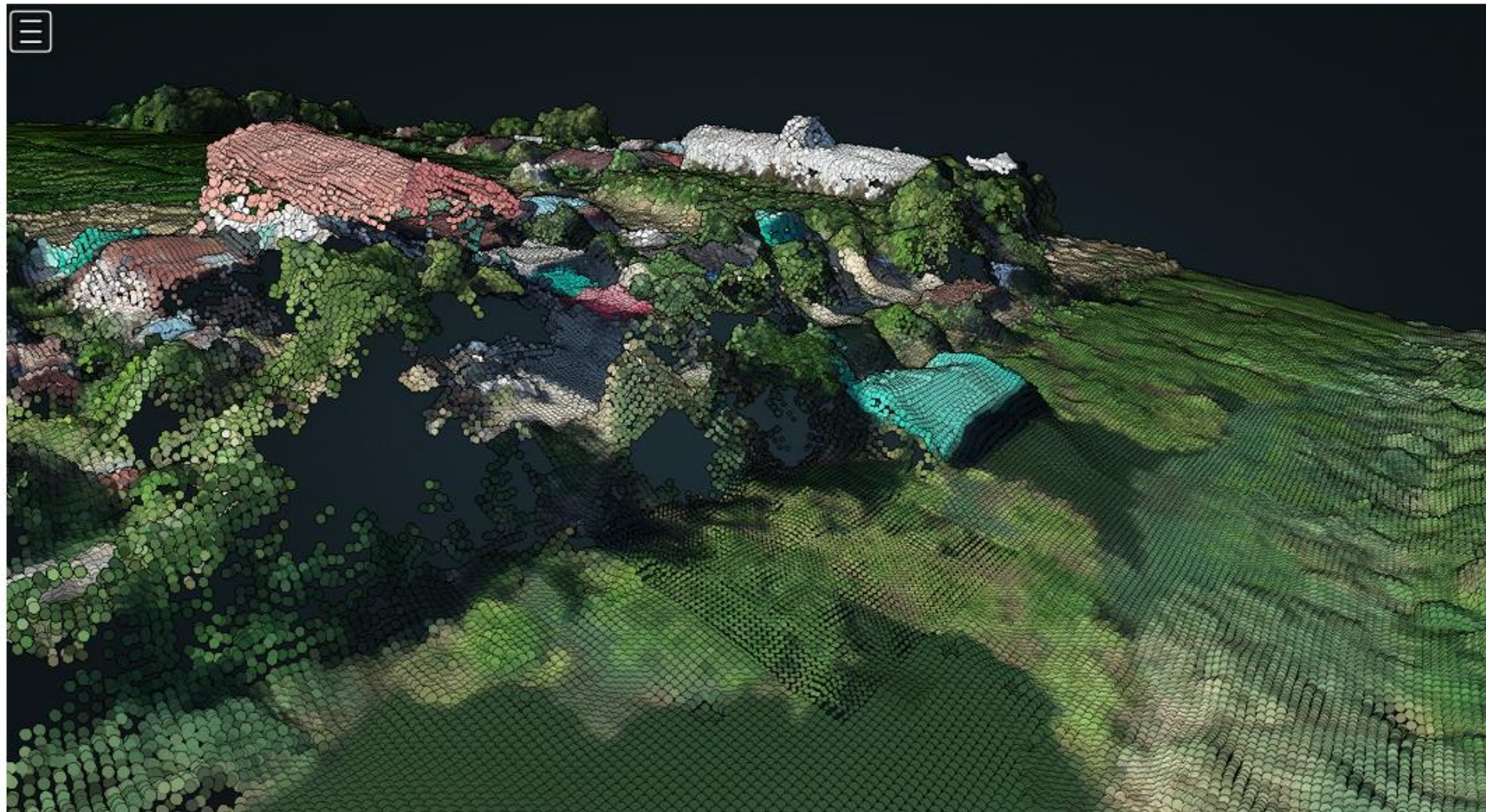
- Matches features extracted from images with overlap



Photogrammetric process

- Structure from Motion
- **Point Cloud Densification**
- Poisson Surface Reconstruction
- Multi-View Stereo Texturing
- Orthophoto Generation

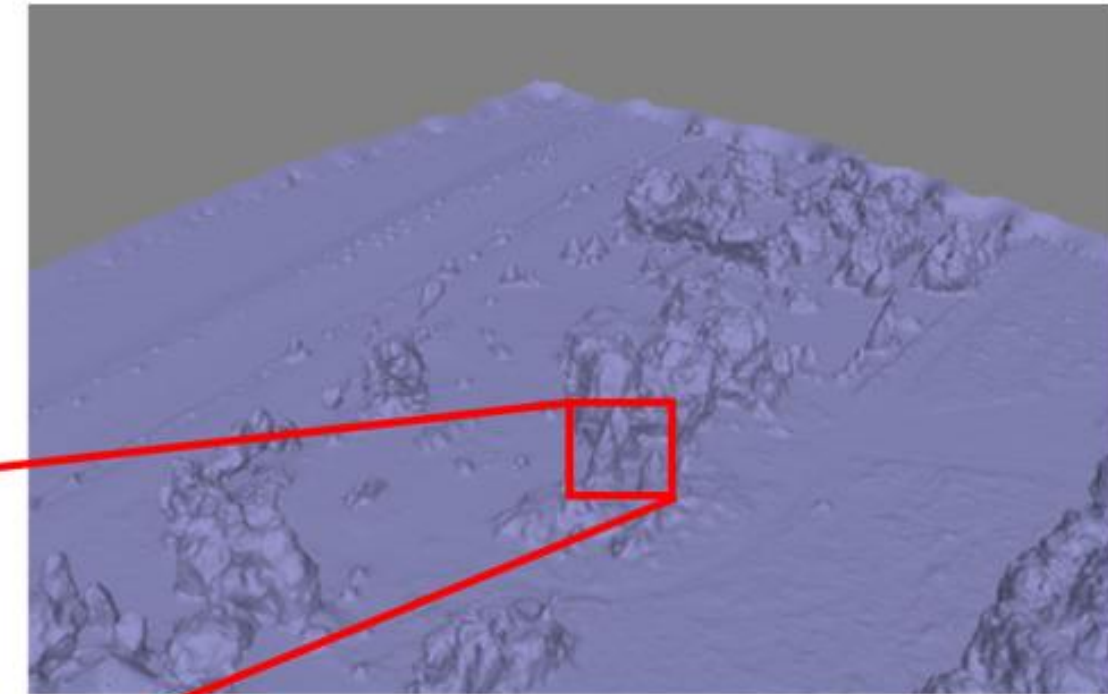
Point Cloud from Matching



Photogrammetric process

- Structure from Motion
- Point Cloud Densification
- **Poisson Surface Reconstruction**
- Multi-View Stereo Texturing
- Orthophoto Generation

Mesh



Photogrammetric process

- Structure from Motion
- Point Cloud Densification
- Poisson Surface Reconstruction
- **Multi-View Stereo Texturing**
- Orthophoto Generation

Texturing



Texturing



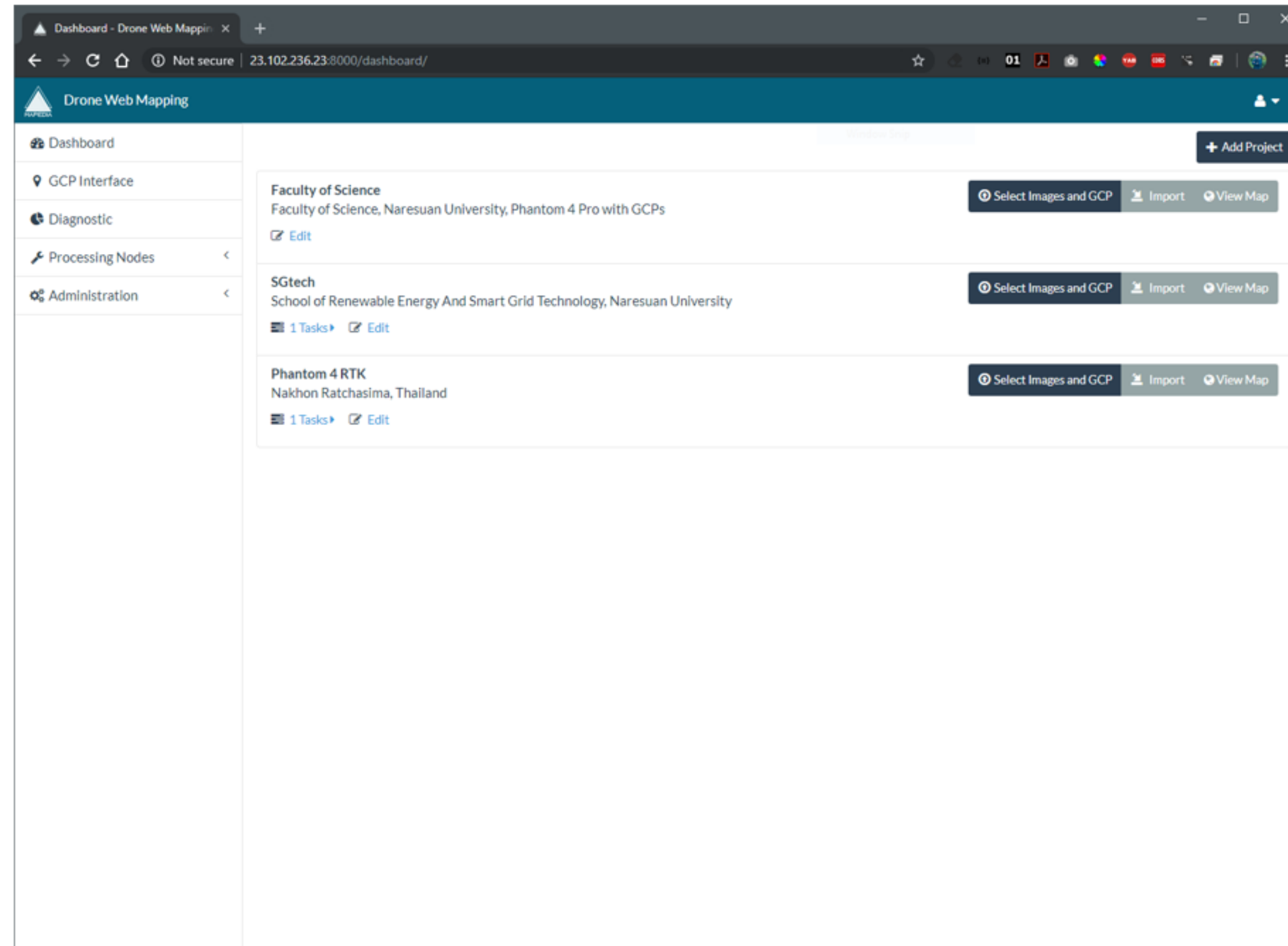
Photogrammetric process

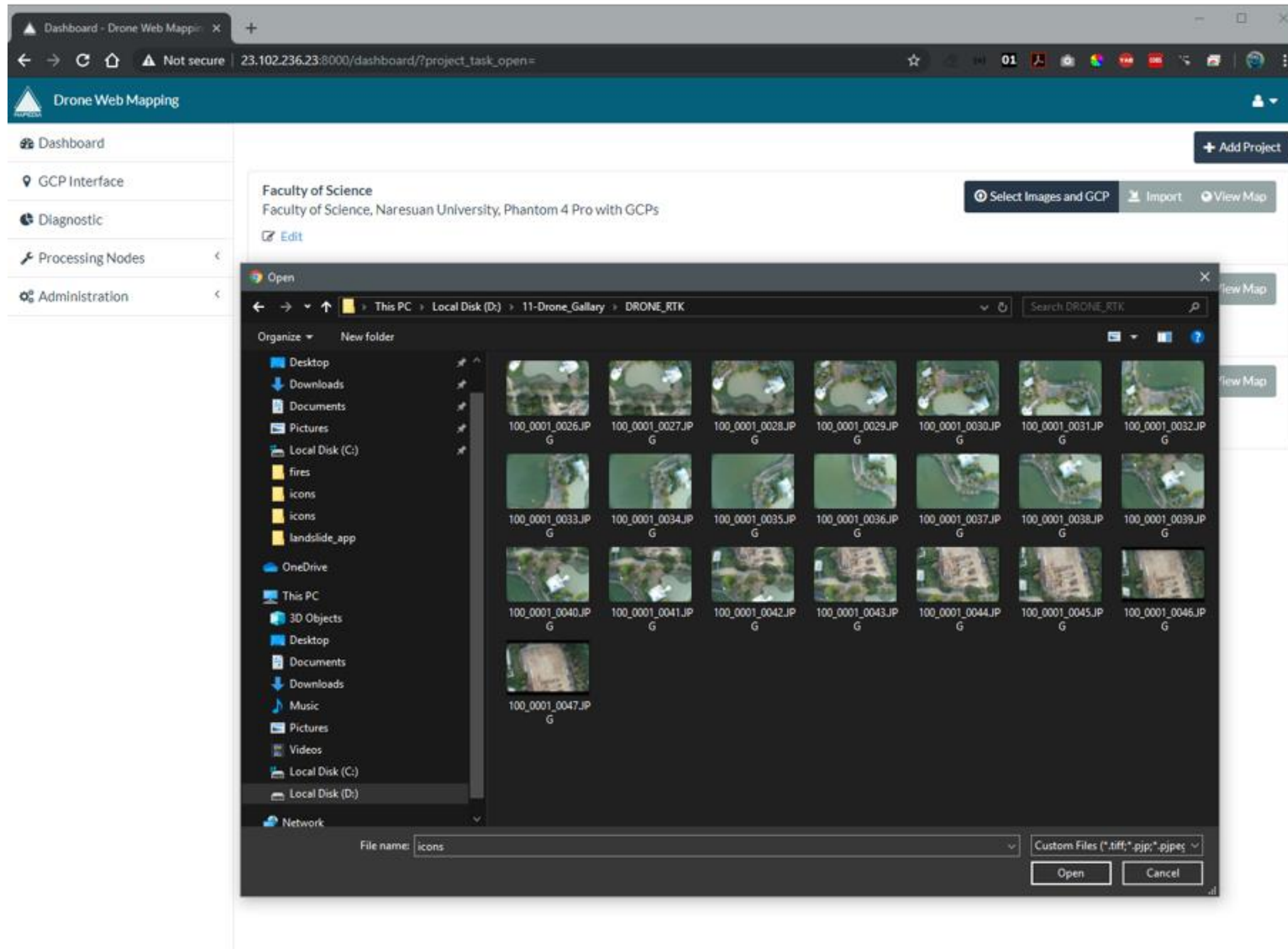
- Structure from Motion
- Point Cloud Densification
- Poisson Surface Reconstruction
- Multi-View Stereo Texturing
- **Orthophoto Generation**

Orthophoto Generation



Dashboard





**Raw image
import**

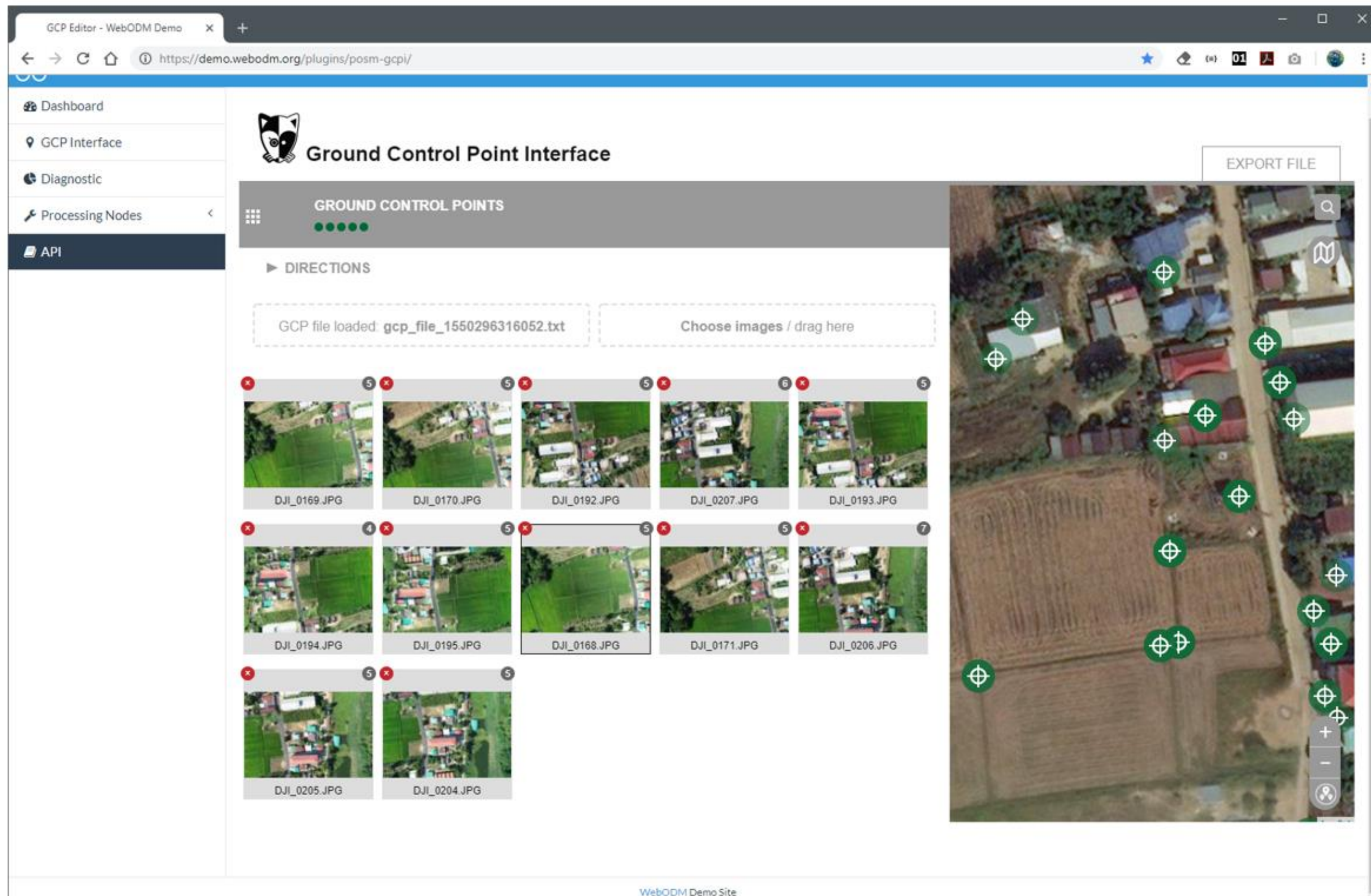
GCP file format

- ➔ Project Coordinate Reference System
- ➔ x y z pixelx pixely imagename

GROUND CONTROL POINT FILE PREVIEW						
+proj=utm +zone=47 +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m +no_defs						
626828.15	1850930.68	0	3867.80	1750.84	DJI_0169.JPG	
626828.15	1850930.68	0	3901.72	2420.16	DJI_0170.JPG	
626828.15	1850930.68	0	3079.94	791.19	DJI_0192.JPG	
626828.15	1850930.68	0	818.85	3305.29	DJI_0207.JPG	
626831.26	1850900.71	0	3950.64	2446.94	DJI_0169.JPG	
626831.26	1850900.71	0	3991.50	3130.19	DJI_0170.JPG	
626831.26	1850900.71	0	3010.11	99.27	DJI_0192.JPG	
626831.26	1850900.71	0	3013.73	813.23	DJI_0193.JPG	
626831.26	1850900.71	0	3035.30	1464.11	DJI_0194.JPG	
626831.26	1850900.71	0	3061.43	2192.68	DJI_0195.JPG	
626765.06	1850889.44	0	2313.39	2764.82	DJI_0169.JPG	
626765.06	1850889.44	0	2271.88	2094.34	DJI_0168.JPG	
626765.06	1850889.44	0	4705.41	1928.35	DJI_0195.JPG	
626864.07	1850985.88	0	4685.61	399.26	DJI_0169.JPG	
626864.07	1850985.88	0	4748.76	1071.94	DJI_0170.JPG	
626864.07	1850985.88	0	4802.10	1784.10	DJI_0171.JPG	
626879.55	1850883.31	0	5109.81	2848.93	DJI_0169.JPG	
626879.55	1850883.31	0	1888.39	388.03	DJI_0193.JPG	
626770.16	1850993.00	0	2438.34	947.84	DJI_0170.JPG	

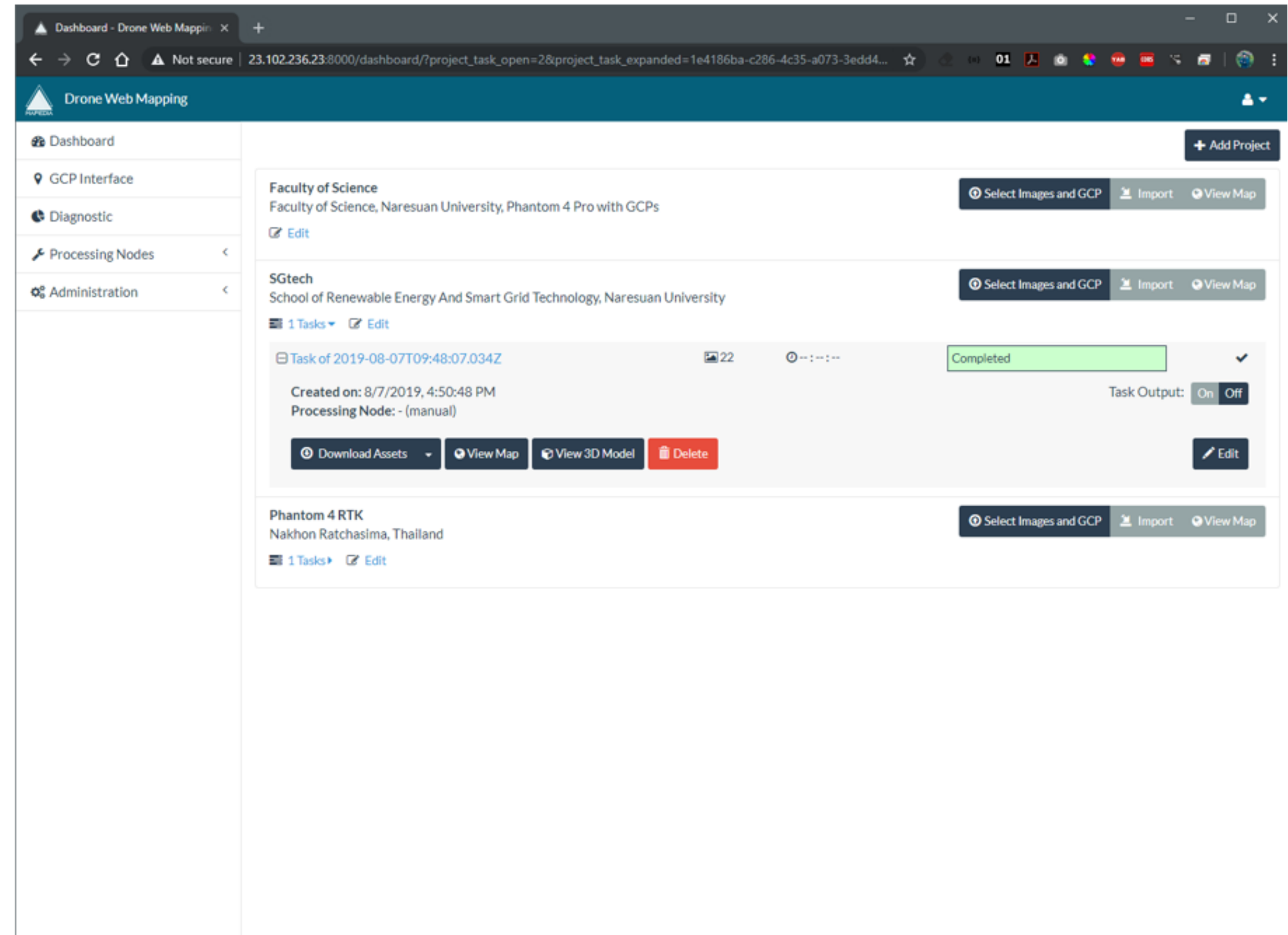
<http://bit.ly/2HL3C7h>

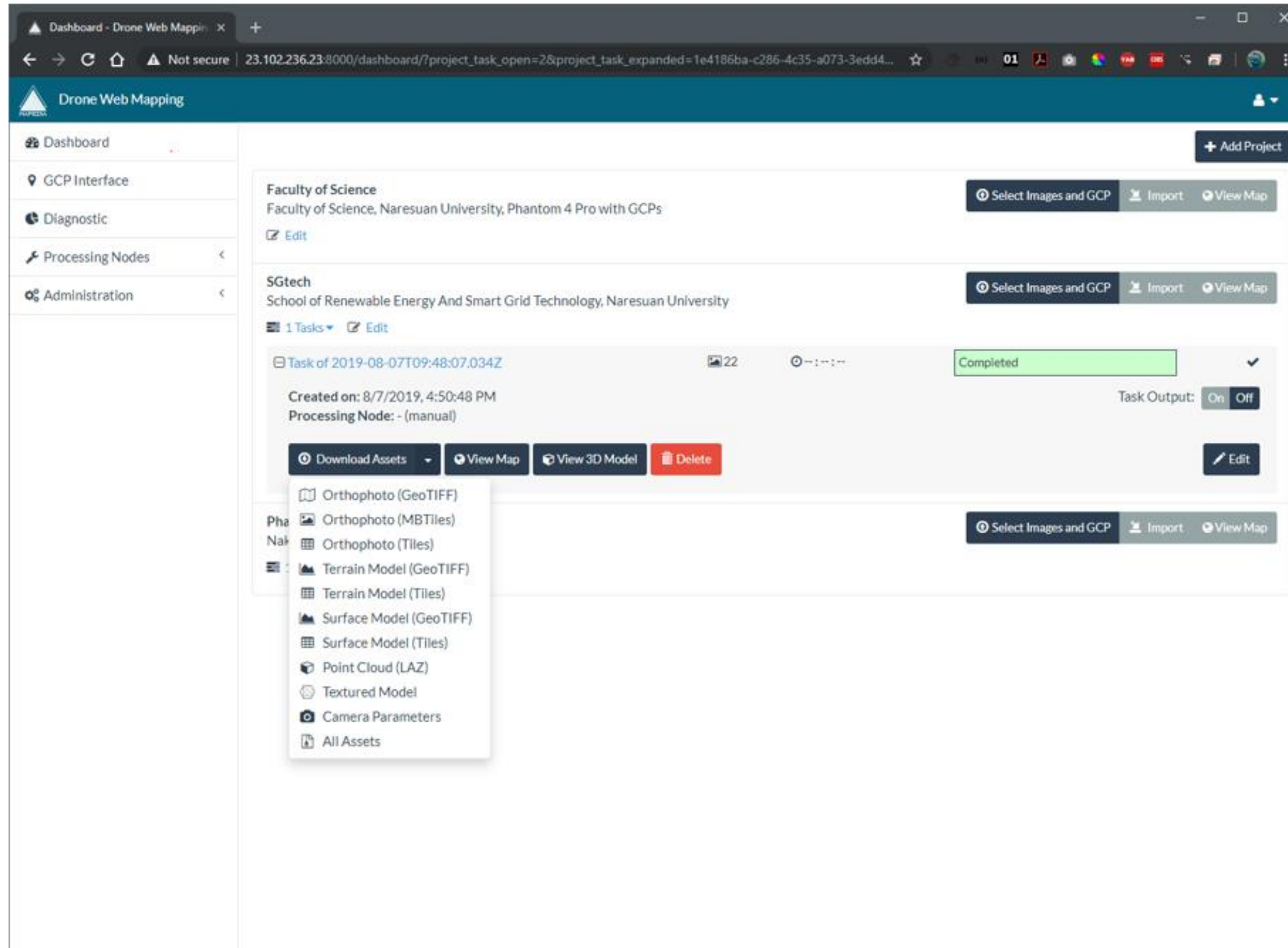




WebODM Demo Site

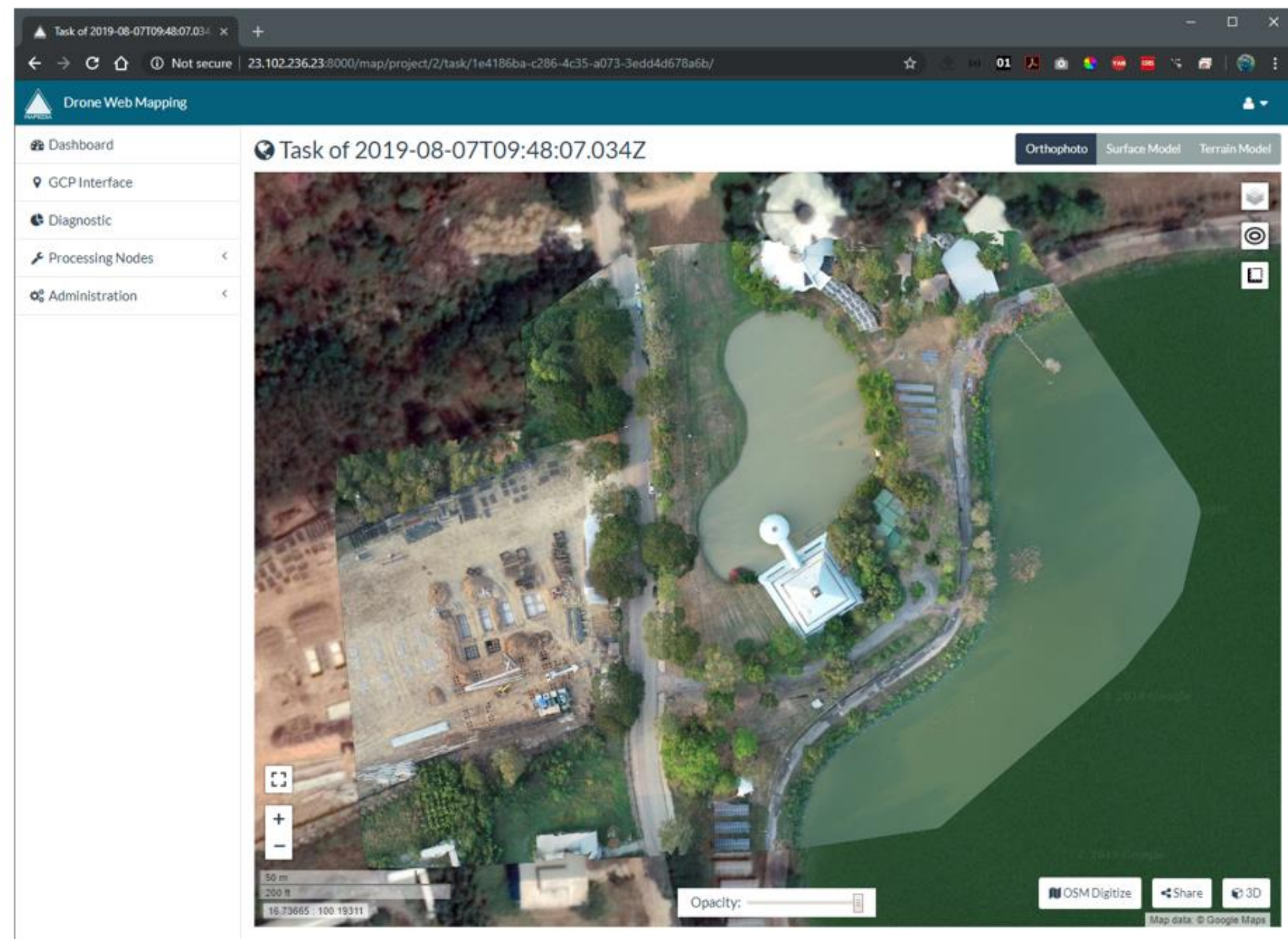
Image processing



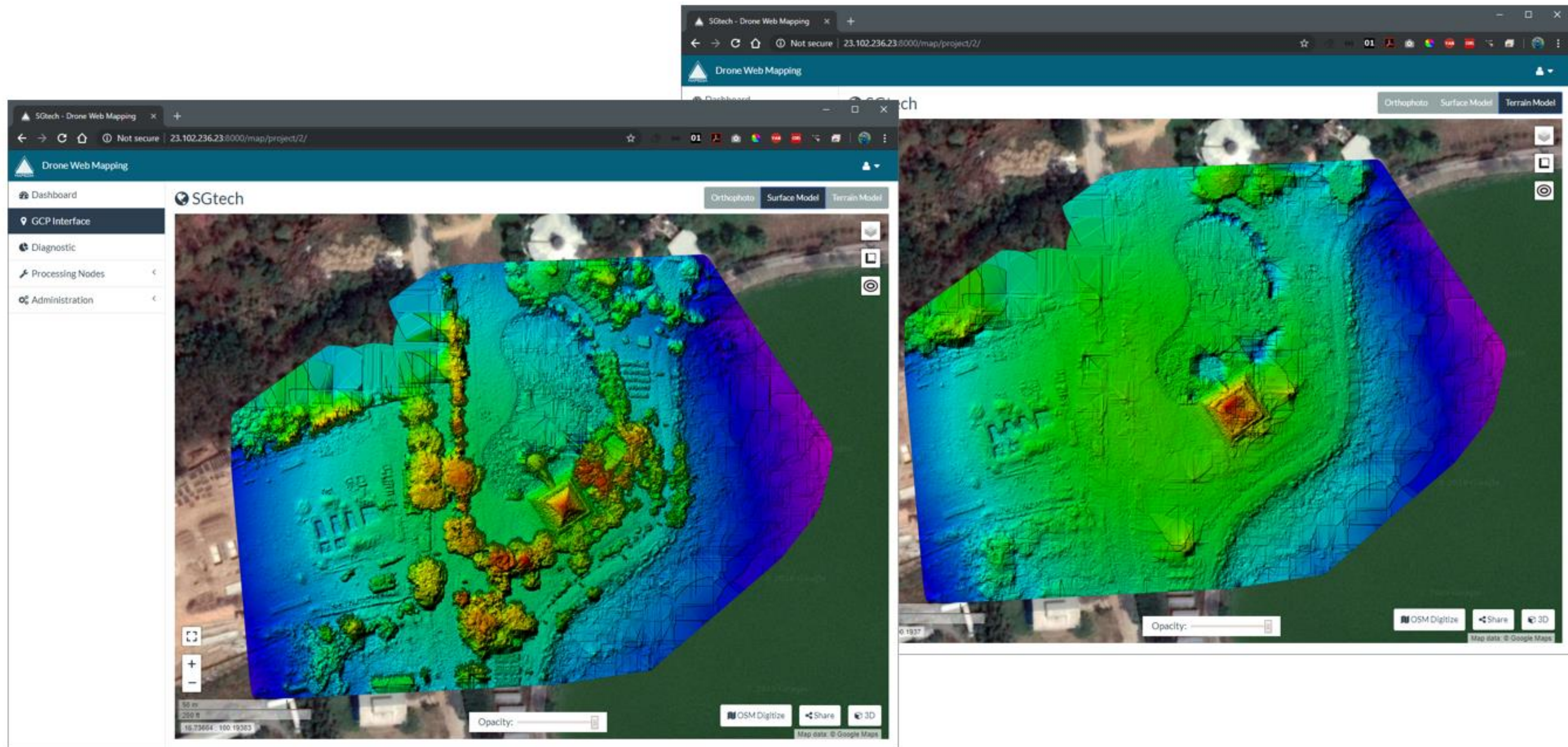


Download Outputs

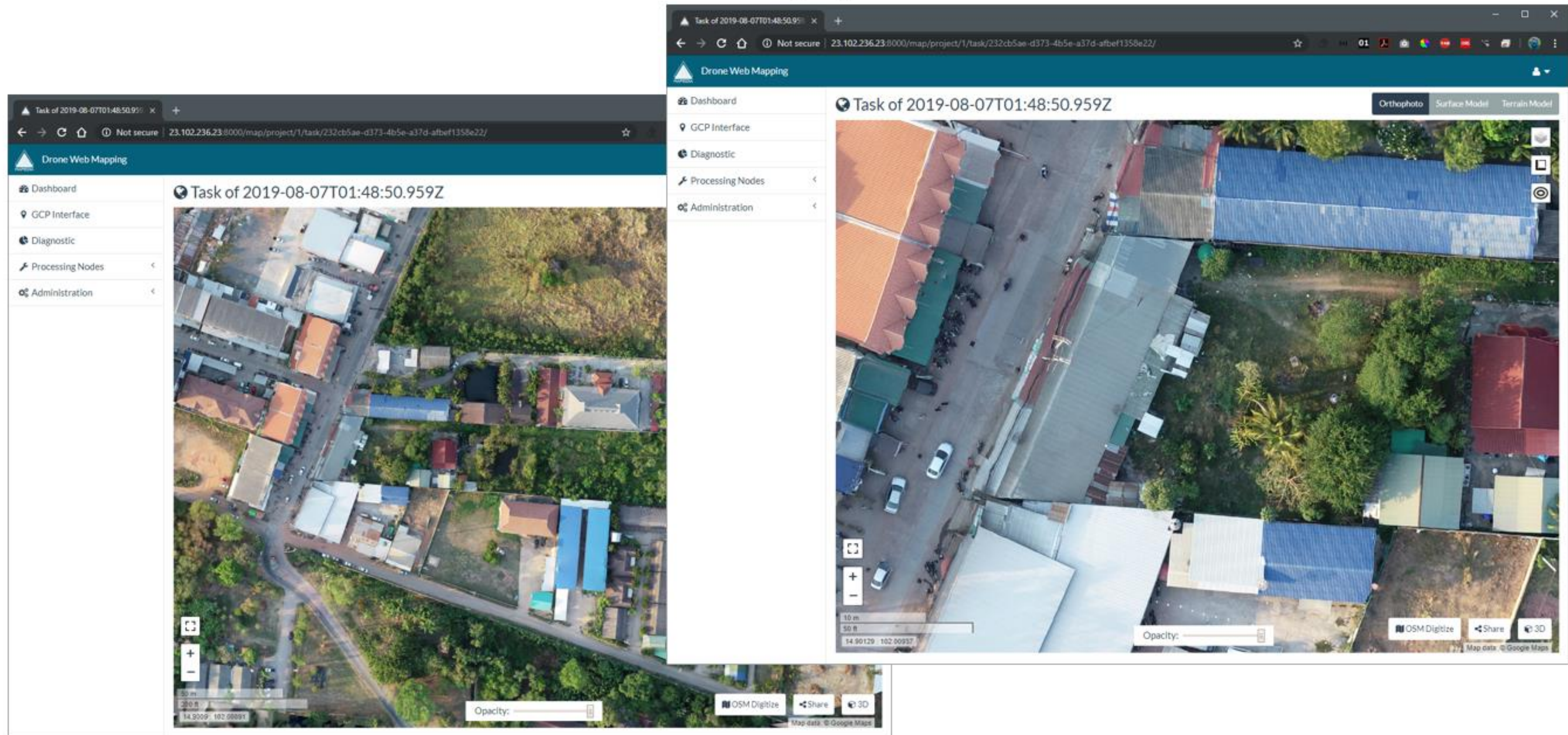
Image view



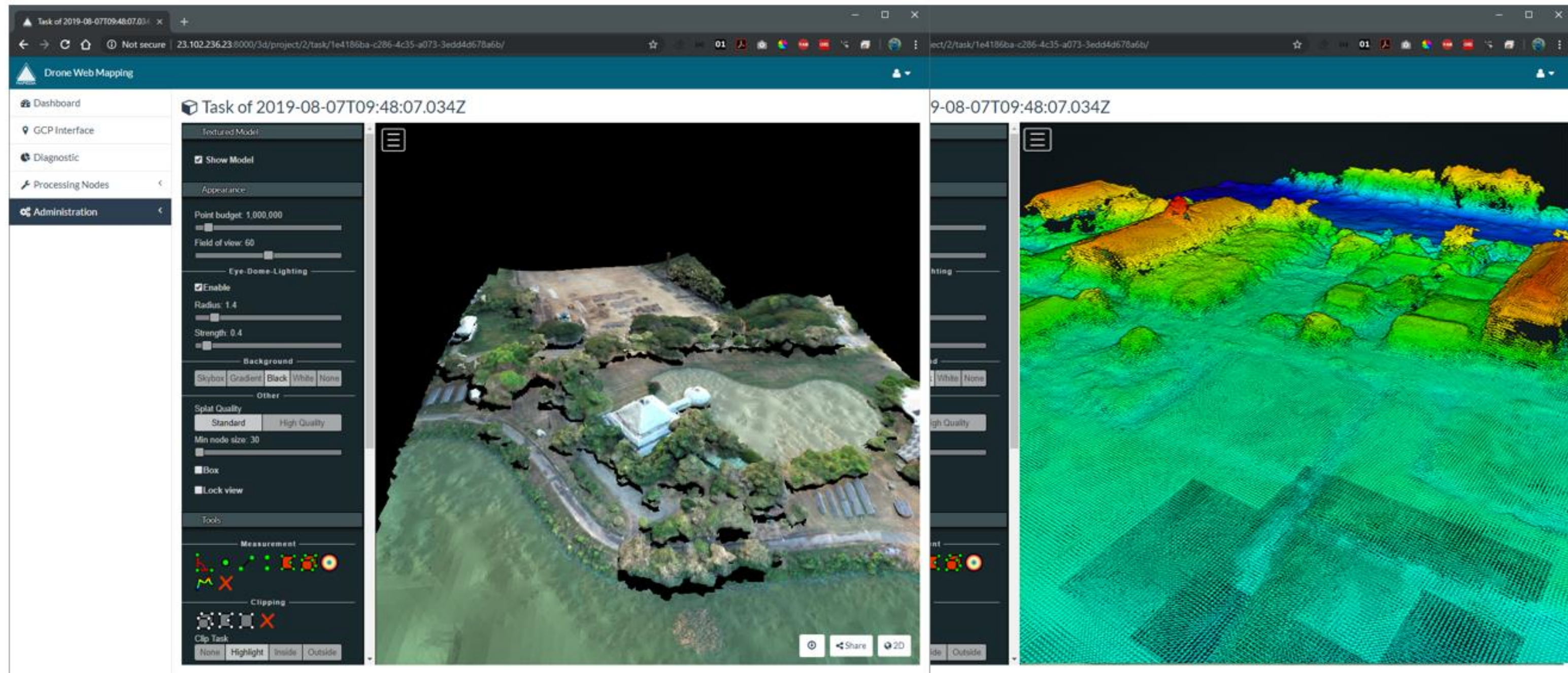
DSM/DTM

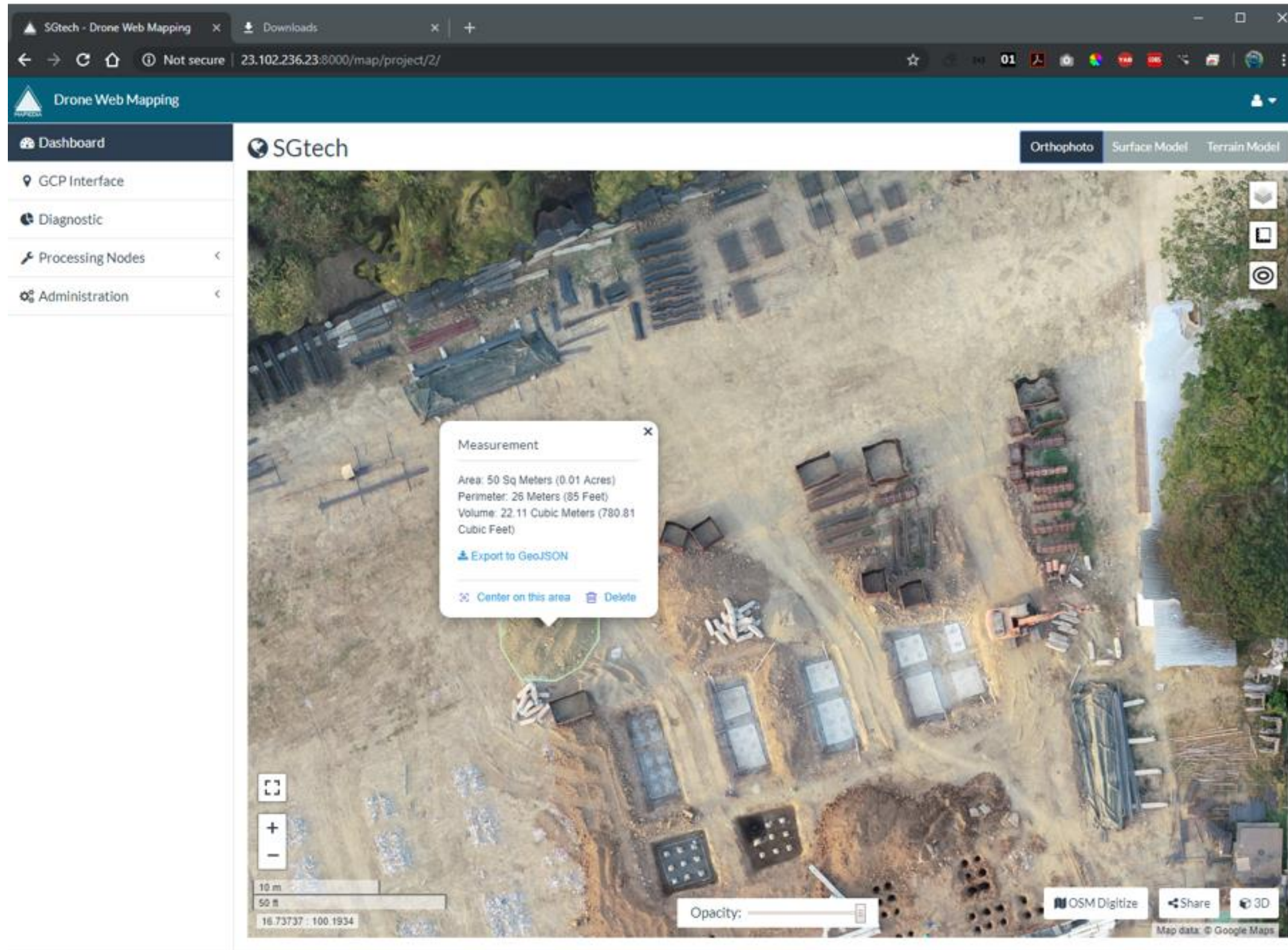


2D Mapping

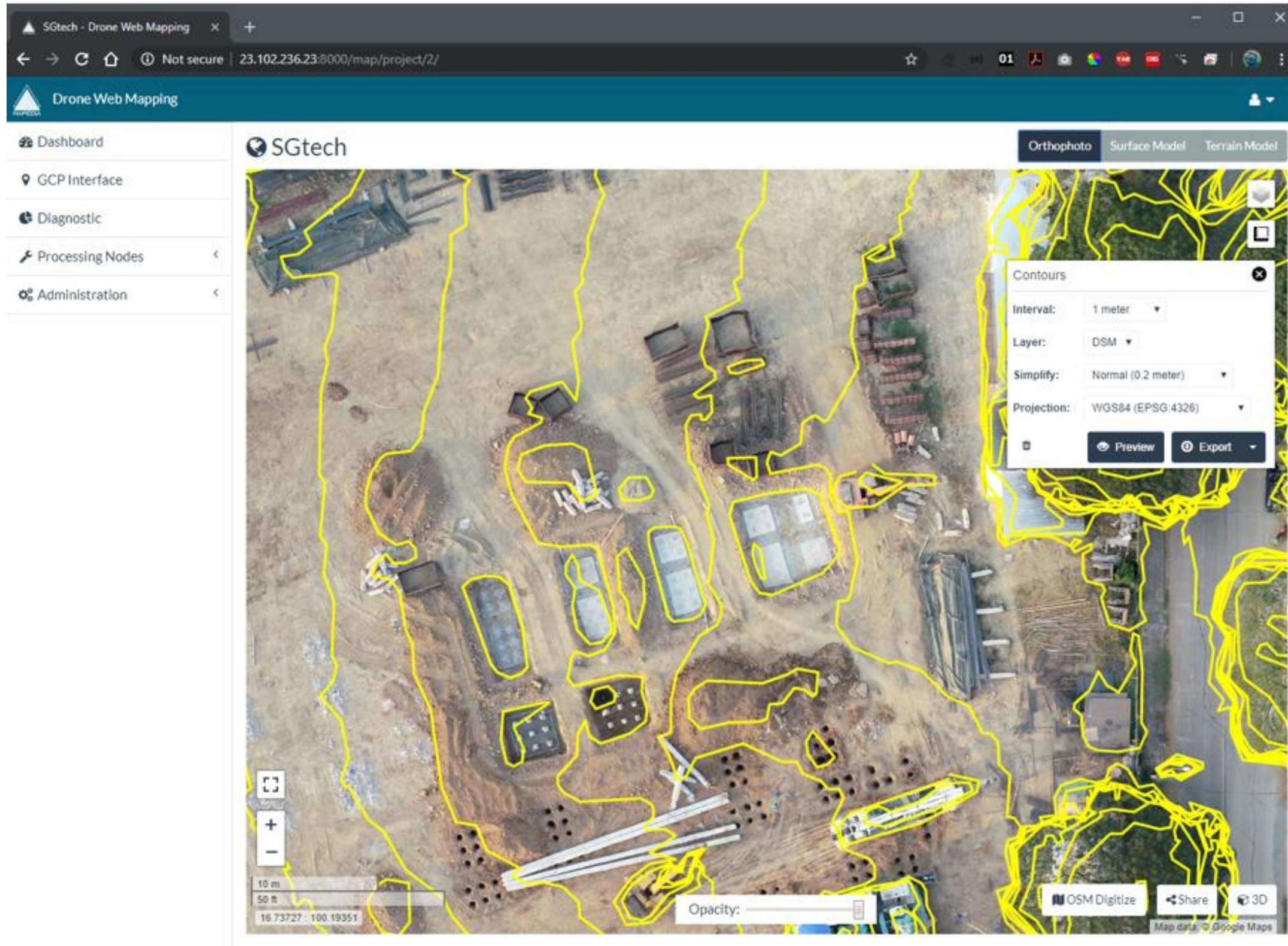


3D Mapping



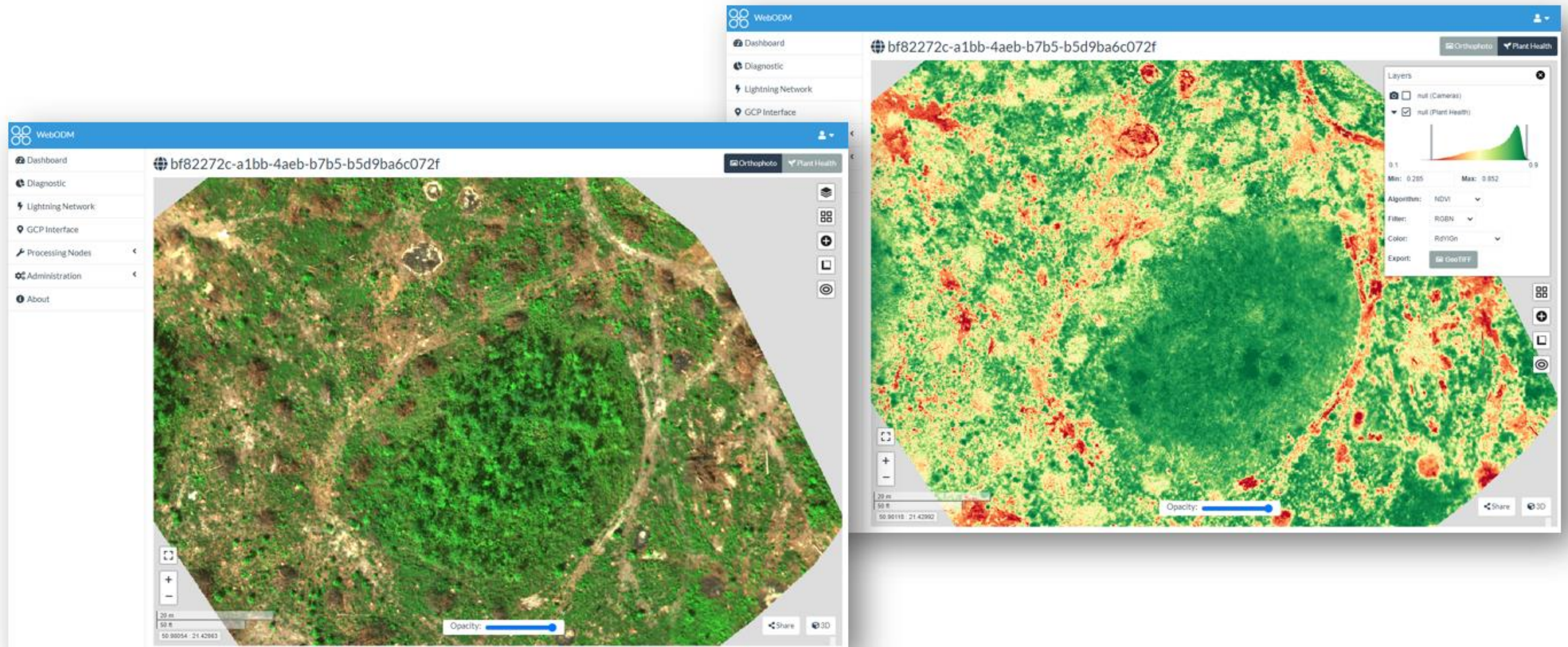


2D Measurement



Contouring

Vegetation index calculation



Measurement report

ODM Quality Report

Processed with ODM version 2.4.5

Dataset Summary

Date	11/03/2021 at 15:01:33
Area Covered	0.056180 km ²
Processing Time	1.0h:11.0m:0.0s

Processing Summary

Reconstructed Images	100 over 100 shots (100.0%)
Reconstructed Points (Sparse)	141386 over 148919 points (96.2%)
Reconstructed Points (Dense)	27,367,917 points
Average Ground Sampling Distance (GSD)	1.9 cm
Reconstructed Components	1 component
Detected Features	14,911 features
Reconstructed Features	4,211 features
Geographic Reference	GPS
GPS errors	0.02 meters

Previews

Survey Data

GPS/GCP Errors Details

GPS	Mean	Sigma	RMS Error
X Error (meters)	-0.000	0.012	0.012
Y Error (meters)	0.000	0.017	0.017
Z Error (meters)	-0.000	0.011	0.011
Total			0.022

Features Details

	Min.	Max.	Mean	Median
Detected	10255	29713	15858	14911
Reconstructed	2480	5826	4164	4211

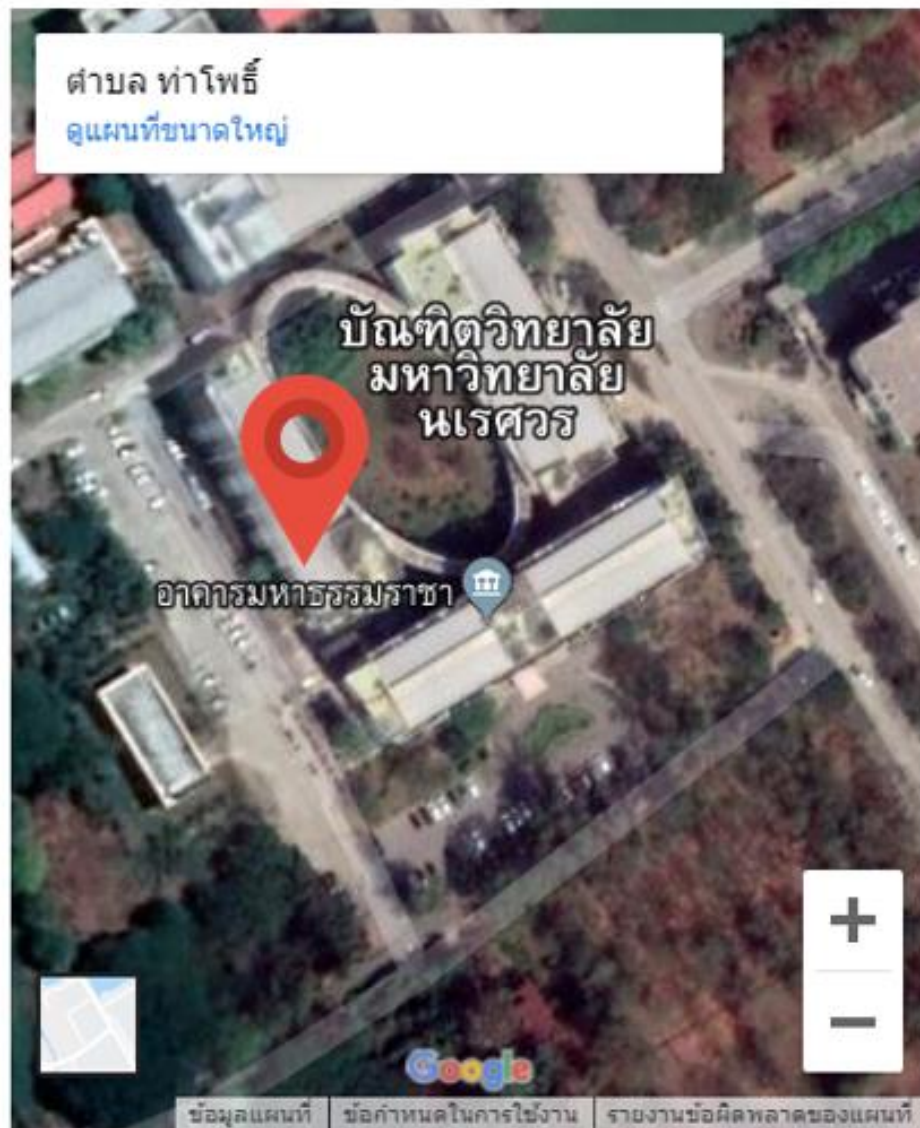
Reconstruction Details

Average reprojection Error	0.99 pixels
Average Track Length	2.93 images
Average Track Length (> 2)	4.43 images

Tracks Details

Length	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Count	86780	26306	11452	6049	3462	2274	1548	1048	747

ขอบคุณครับ



บริษัท แมพพีเดีย จำกัด (สาขามหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก)
อาคารมหาธรรมราชา ตึก B ชั้น 3 ห้อง TB 314 มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อําเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ 093 036 3366, 084 624 6278

Website: <https://www.mapedia.co.th>

Email : mapedia.com@gmail.com

3.5 บทที่ 5 : การประยุกต์ใช้โดรน กับงานด้านอสังหาริมทรัพย์





เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และการประยุกต์ใช้ในงานอสังหาริมทรัพย์

ชิ่งชัย หุมห้อง (Chingchai Humhong)
chingchai.h@gmail.com
MAPEDIA Co., Ltd.
www.mapedia.co.th



เกี่ยวกับเรา



MAPEDIA

map tech business
on **Open Source**

MAPEDIA
www.mapedia.co.th

2



www.mapedia.co.th



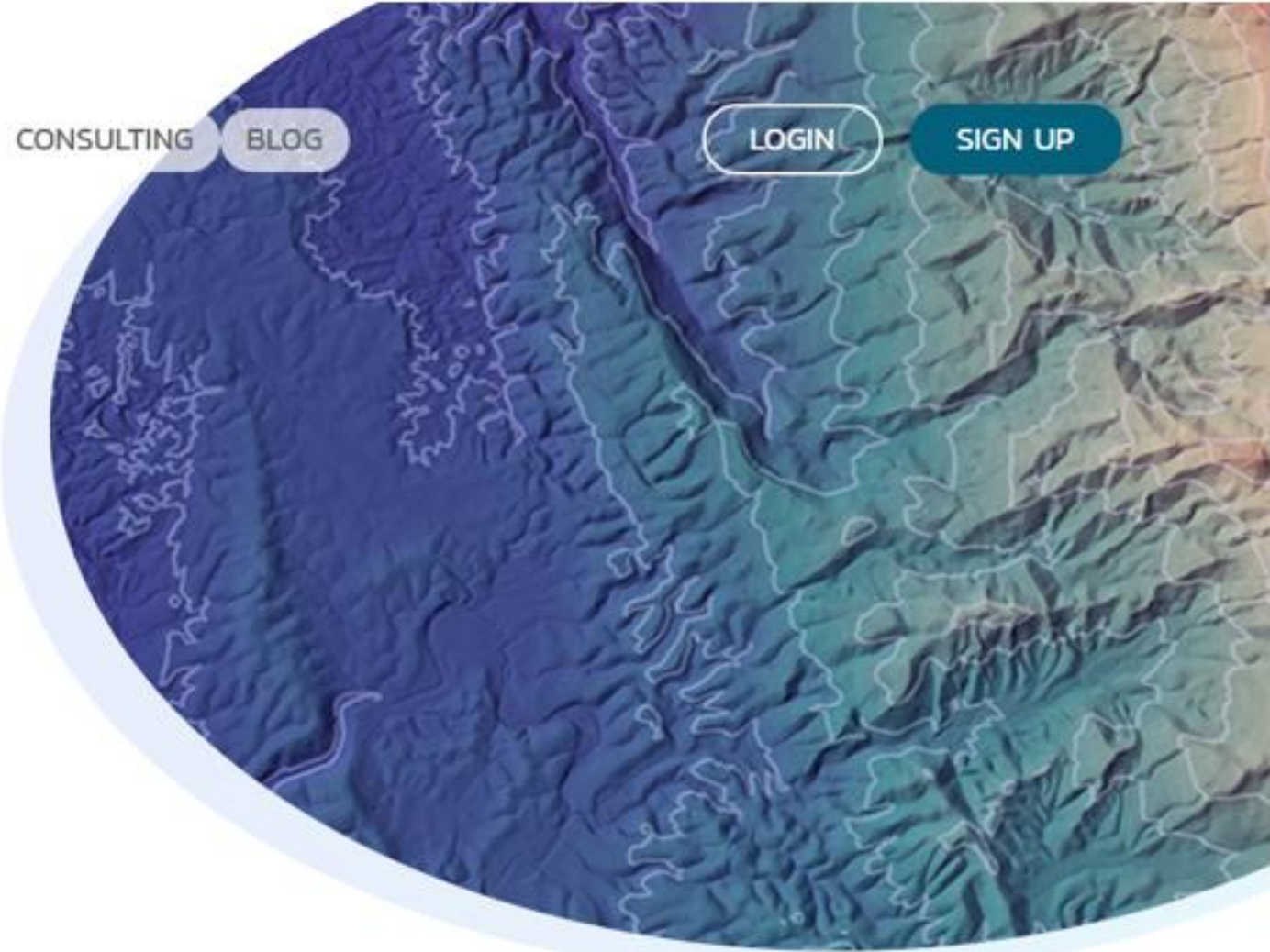
HOME PRODUCT TRAINING MAPPING CONSULTING BLOG

LOGIN

SIGN UP

THE BEST SOLUTION FOR YOUR FUTURE MAPPING WITH OPEN SOURCE GIS

COURSE SCHEDULE >



ติดตามข่าวสารของเรา

Website: www.mapedia.co.th

Facebook: www.facebook.com/mapedia.co.th

LINE OA: [@mapedia](https://line.me/tv/@mapedia)

Email: mapedia.co.th@gmail.com

Blog: medium.com/mapedia

YouTube: [MAPEDIA OFFICIAL](https://www.youtube.com/MapediaOfficial)



เนื้อหาบรรยาย

- แผนที่และระบบพิกัด (Map and Coordinate system)
- เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics Technology)
 - การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing)
 - ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System)
 - ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)
- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Open Source GIS
- การประยุกต์ใช้งานสำหรับอสังหาริมทรัพย์

แผนที่และระบบพิกัด (Map and Coordinate)

แผนที่ คือรูปปลายเส้นที่เขียนหรือกำหนดขึ้น เพื่อแสดงลักษณะของพื้นผิวของโลกทั้งหมด หรือเพียงบางส่วน ลงบนพื้นราบ (พื้นแบน) ตามมาตราส่วน โดยใช้สี และสัญลักษณ์/เครื่องหมาย แทนรายละเอียดของภูมิประเทศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น



อ้างอิงจาก รศ.ดร.ชฎา ณรงค์ฤทธิ์

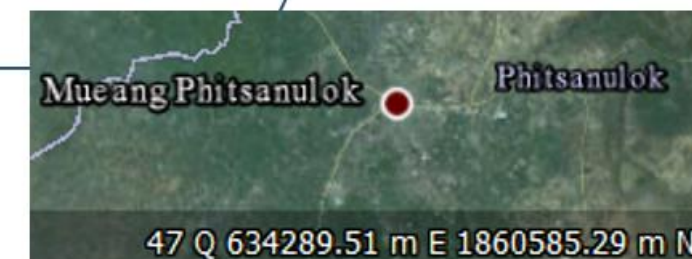
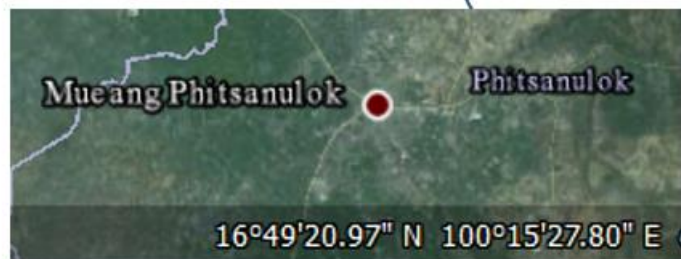
ระบบพิกัด

เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งหรือบอกตำแหน่งพื้นโลกจากแผนที่

ระบบพิกัดที่นิยม
ใช้ในปัจจุบัน

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์
(Geographic Coordinate System)
Longitude & Latitude
หน่วยเป็น องศา ลิปดา พิลิปดา

ระบบพิกัดกริด UTM
(Universal Transverse Mercator)
Easting & Northing
หน่วยเป็น เมตรและ
มี 2 โซน Zone 47 / 48



รูปแบบของระบบพิกัด

ระบบพิกัด	รูปแบบ	รูปแบบพิกัด
ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	องศา ลิปดา พลิปดา	16°44'51.00" 100°11'43.47"
ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	องศา ลิปดาทศนิยม	16° 44.850' 100° 11.724'
ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	องศาทศนิยม	16.747500 100.195408
ระบบพิกัดกริด UTM	พิกัดกริด UTM	627420 (มอ.) 1852005 (มณ.)

รหัสมาตรฐาน EPSG สำหรับอ้างอิงระบบพิกัด

พื้นฐาน	ระบบพิกัดและการฉายแผนที่	รหัสมาตรฐาน EPSG
WGS84	Geographic Coordinate System	4326
WGS84	UTM Zone 47N	32647
WGS84	UTM Zone 48N	32648
Indian 1975	Geographic Coordinate System	4240
Indian 1975	UTM Zone 47N	24047
Indian 1975	UTM Zone 48N	24048
WGS84 Web Mercator	Spherical Mercator, Google Maps, OpenStreetMap, Bing, ArcGIS, ESRI	3857

อ่านเพิ่มเติมที่: <https://epsg.io>

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics Technology)

การรับรู้จากระยะไกล



REMOTE SENSING

ระบบนำทางด้วยดาวเทียม



GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

3S

GEO-INFORMATION TECHNOLOGY

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

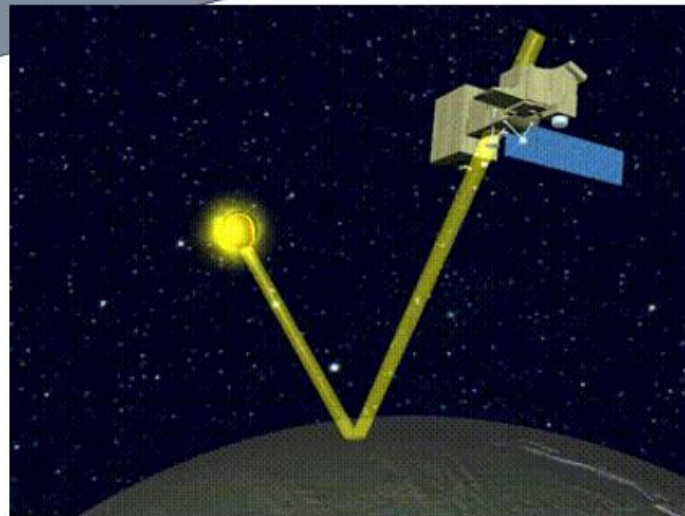


GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

ความต่างหลักๆ ของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

RS

- สำรวจข้อมูลภาพเพื่อแปลตีความ
- แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (เรดาร์)



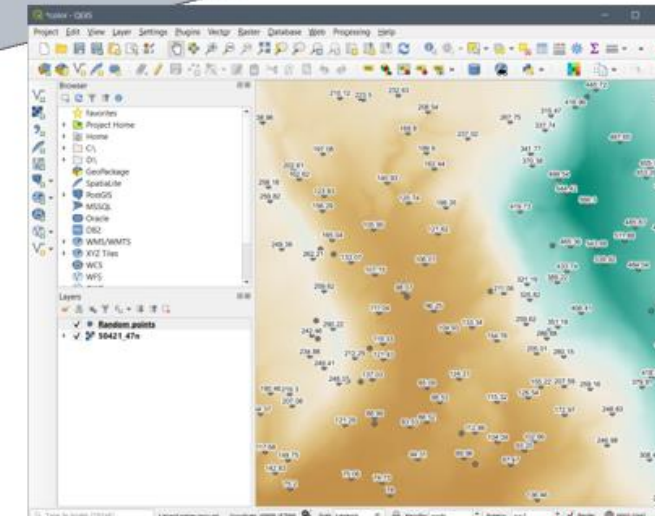
GNSS

- สำรวจข้อมูลเชิงตำแหน่ง
- แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (เวกเตอร์)

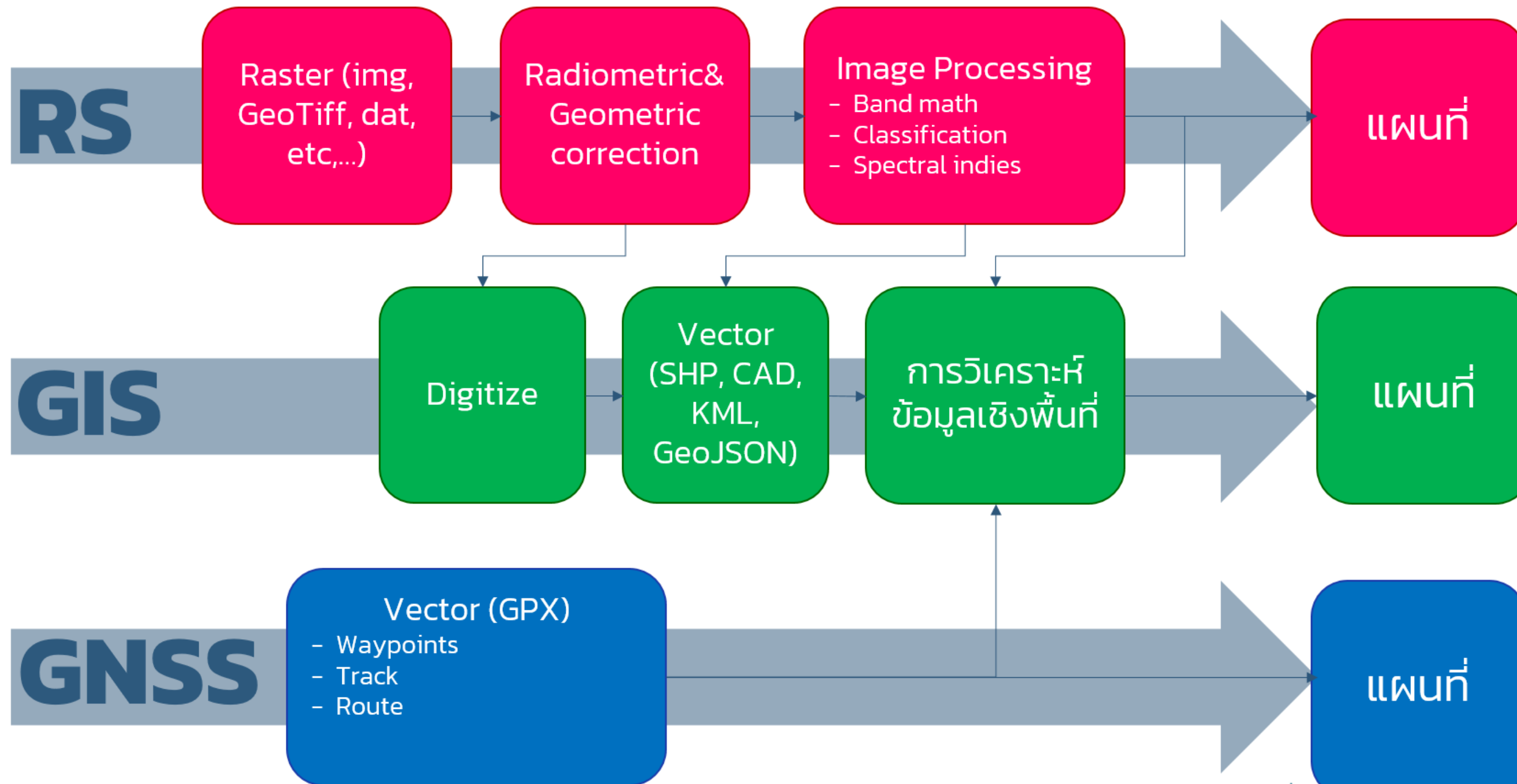


GIS

- เครื่องมือวิเคราะห์เชิงพื้นที่
- ผลิตแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map)



กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ



การจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Data source

Street data



Buildings data



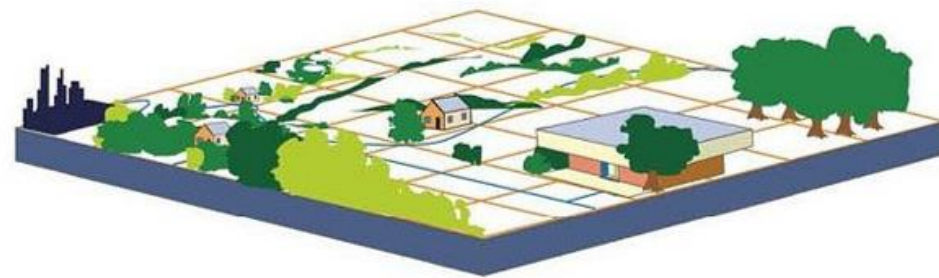
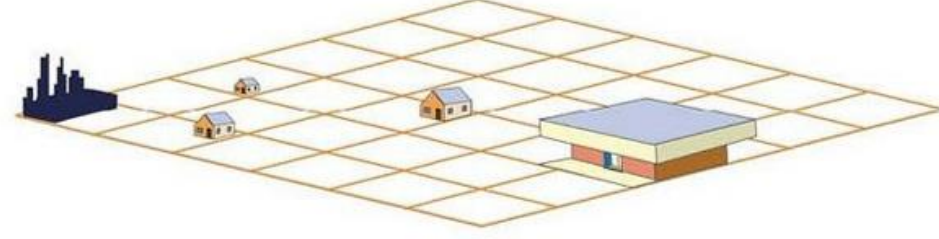
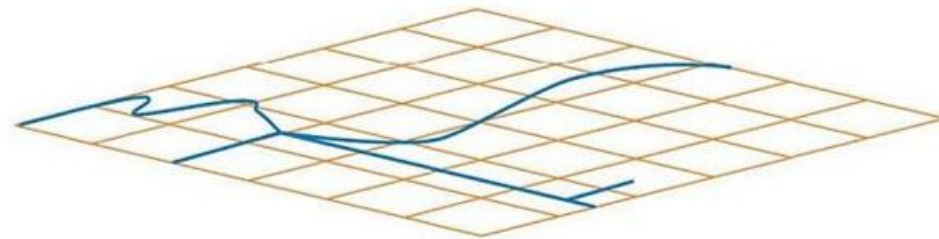
Vegetation data



Integrated data



Data layers



ข้อมูลมีการเชื่อมโยงกัน

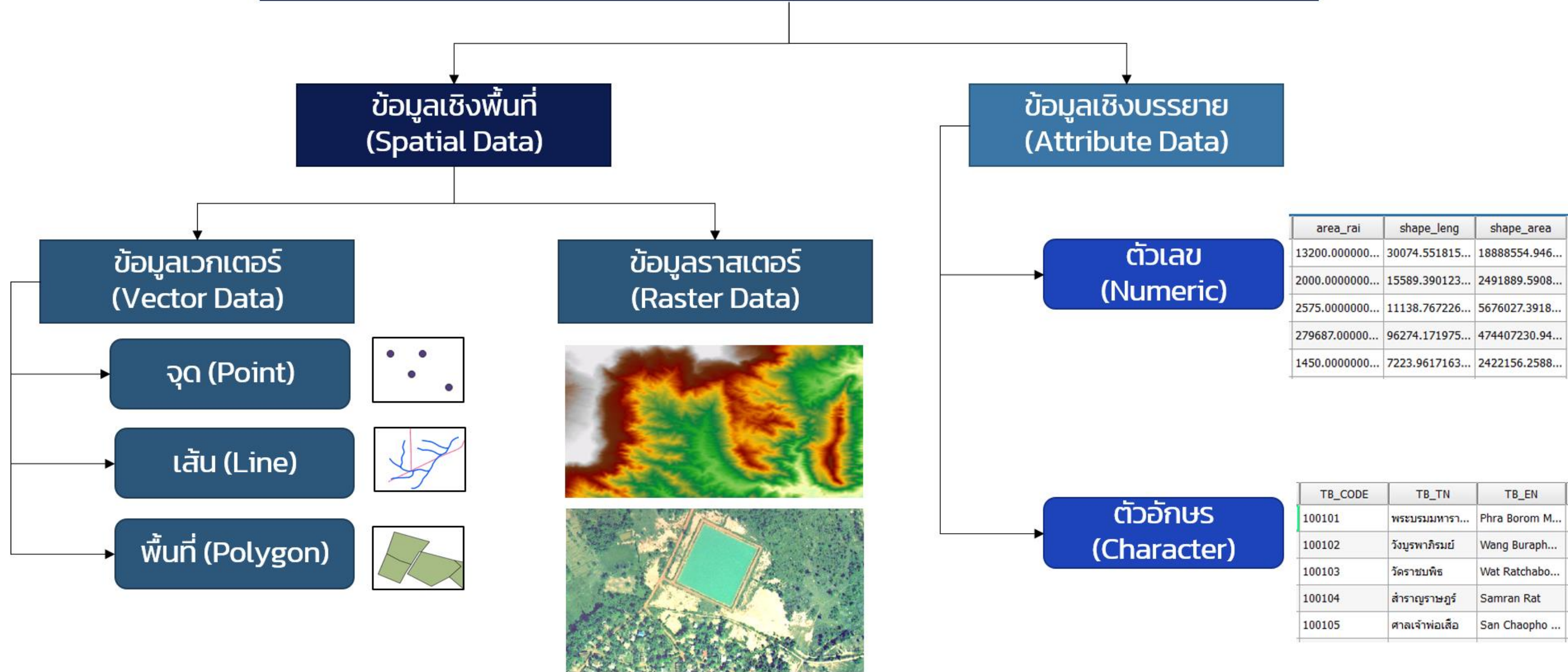
Attribute table - Survey_Parcel_Point : 1 / 902 feature(s) selected

ID	BL_TAMBOL	BL_AMPHOE	CHANGWAT	POSTCODE	XCOORD	YCOORD
225	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635288.134	1858018.26
226	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635241.571	1858025.75
227	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635261.781	1858024.44
228	สาขา	เมือง	พิจิตร	65000	635013.045	1858015.36
229	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635220.433	1858014.76
230	สาขา	ในเมือง	พิจิตร	65000	635027.231	1858015.29
231	สาขา	ในเมือง	พิจิตร	65000	634997.588	1858012.36
232	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635377.501	1858016.91
233	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635208.6	1858012.96
234	สาขา	ในเมือง	พิจิตร	65000	635041.583	1858011.27
235	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635262.745	1858003.69
236	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635378.095	1858012.89
237	ในเมือง	เมือง	พิจิตร	65000	635069.967	1858008.58

Identify Results

Feature	Value
BL_ID	Survey_Parcel_Point
BL_ID	232
BLDG	46009
BLDG_ID	46009
BL_AMPHOE	เมือง
BL_ID	232
BL_STOREY	2
BL_FLAT	0
BL_OWNER	2
BL_ROAD	ถนนเทศบาล
BL_TAMBOL	ในเมือง
BL_TAX_BLC	C0
BL_TAX_ID	C02321
BL_TYPE	1
BL_UNIT_F	1100
BL_USE	1100
BL_VILLAGE	
BL_VILLUM	
CHANGWAT	พิจิตร
HOUSENUM	
POSTCODE	65000
XCOORD	634997.588
YCOORD	1858012.36

สรุปประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)



Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G)

ชิ่งชัย หุมห็อง (Chingchai Humhong)

OSGeo Member



<https://wiki.osgeo.org/wiki/User:Chingchai>



What is Open Source SW?



- ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ที่มีไลเซนส์แบบรหัสเปิด ซึ่งมีลักษณะต่างจากไลเซนส์ของซอฟต์แวร์ทั่วไป
- ผู้พัฒนาเจ้าของซอฟต์แวร์จะอนุญาตให้ผู้ใช้ติดตั้งและใช้งานได้อย่างไม่จำกัดทั้งจำนวนและรูปแบบการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานส่วนตัว ในเชิงการค้า หรือในองค์กร
- นอกจากนี้ยังอนุญาตและสนับสนุนให้เรียนรู้ทำความเข้าใจการทำงานของซอฟต์แวร์ โดยการเผยแพร่ต้นฉบับ (source code) ของซอฟต์แวร์ออกมา และอนุญาตให้แก้ไขดัดแปลงให้ตรงความต้องการได้

What is Open Source SW?



What is Open Source GIS?

□ Open Source GIS

- FOSS4G : Free Open Source Software for Geo-Spatial
- GeoFOSS : Geospatial Free Open Source Software



*Source: Shin, Sanghee, 2017

FOSS4G Projects under OSGeo

www.osgeo.org

Incubating Projects

Desktop Applications
Opticks

Geospatial Libraries
MetaCRS

Web Mapping
istSOS
PyWPS
Team Engine
ZOO-Project

Outreach Projects

GeoForAll - Education and Curriculum
OSGeo Live
Public Geospatial Data

OSGeo Community Projects

Geoinformatica
GeoWebCache
MapProxy
pgRouting
Postal Address Geo-Coder
Virtual Terrain Project

- ⊕ FDO
- ⊕ GDAL/OGR
- ⊕ GEOS
- ⊕ GeoTools
- ⊕ Orfeo ToolBox (OTB)
- ⊕ OSSIM
- ⊕ PostGIS

- ⊕ GRASS GIS
- ⊕ gvSIG
- ⊕ Marble



Metadata Catalogs

- ⊕ GeoNetwork
- ⊕ pycsw

Content Management Systems

- ⊕ GeoNode

Desktop Applications

Web Mapping

- ⊕ deegree
- ⊕ geomajas
- ⊕ GeoMOOSE
- ⊕ GeoServer
- ⊕ Mapbender
- ⊕ MapFish
- ⊕ MapGuide Open Source
- ⊕ MapServer
- ⊕ OpenLayers



แนะนำโปรแกรม QGIS



State of QGIS 2017 – FOSS4G Boston 2017

<https://vimeo.com/245278223>

MAPEDIA
www.mapedia.co.th

20

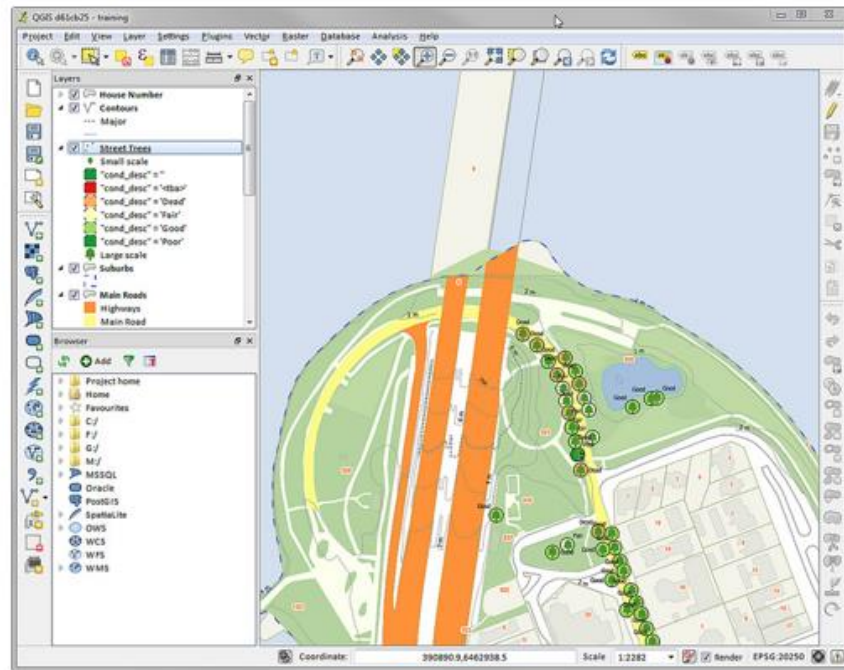
What is QGIS?

<https://www.qgis.org>

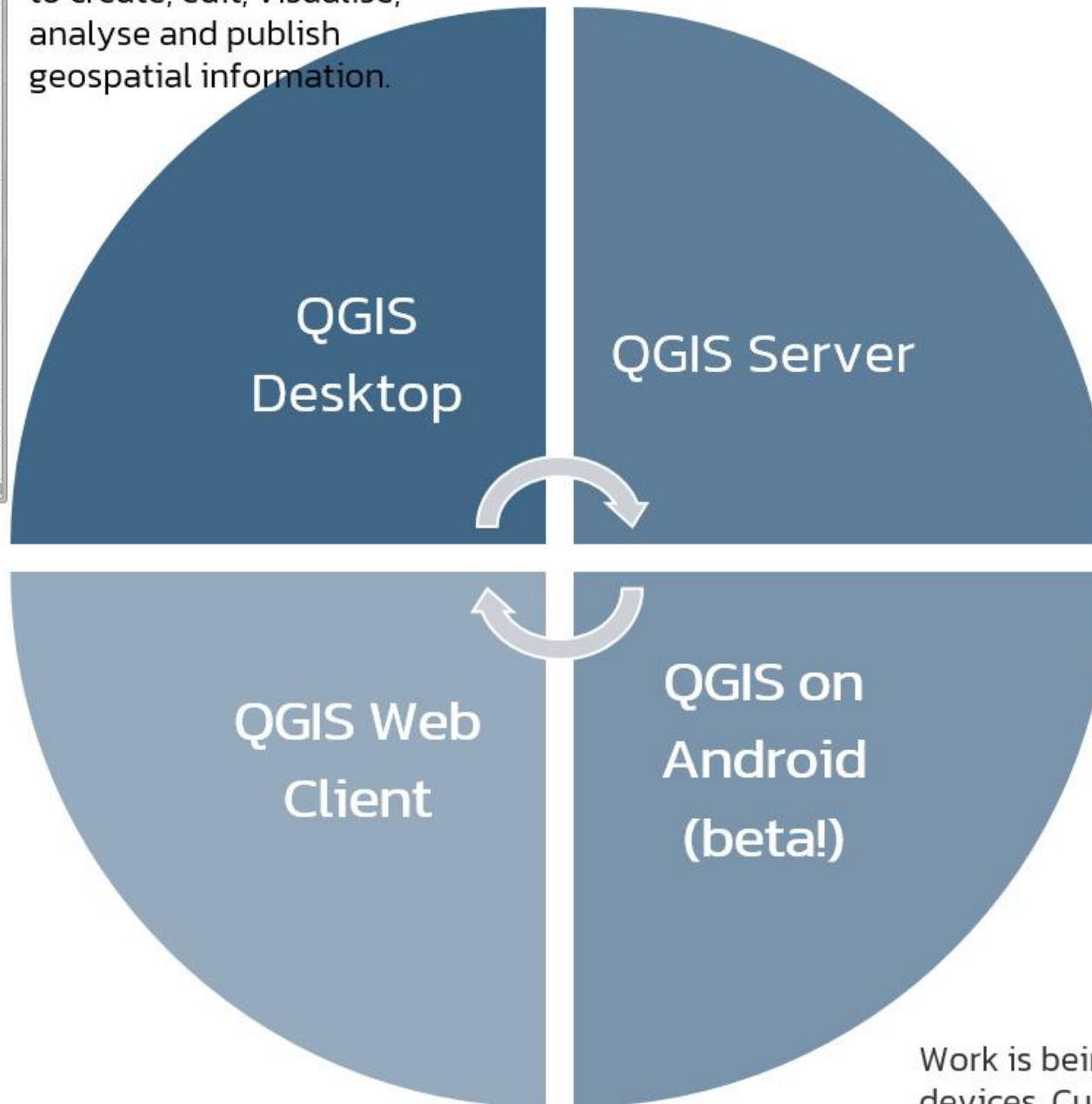
- QGIS (formerly known as **Q**uantum **G**IS)
- The project started in 2002
- A Free and Open Source Geographic Information System
- High quality
- QGIS is available on Windows, macOS, Linux and Android
- Many developers
 - 4 month release cycle



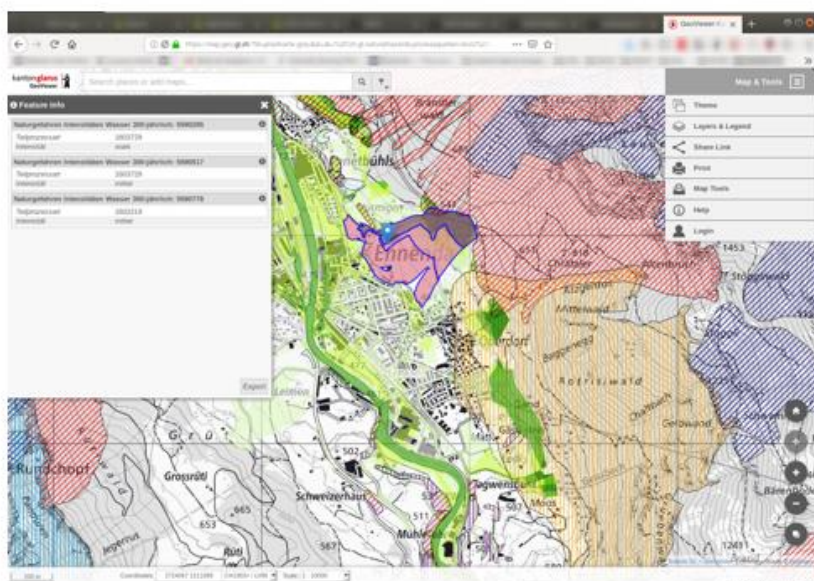
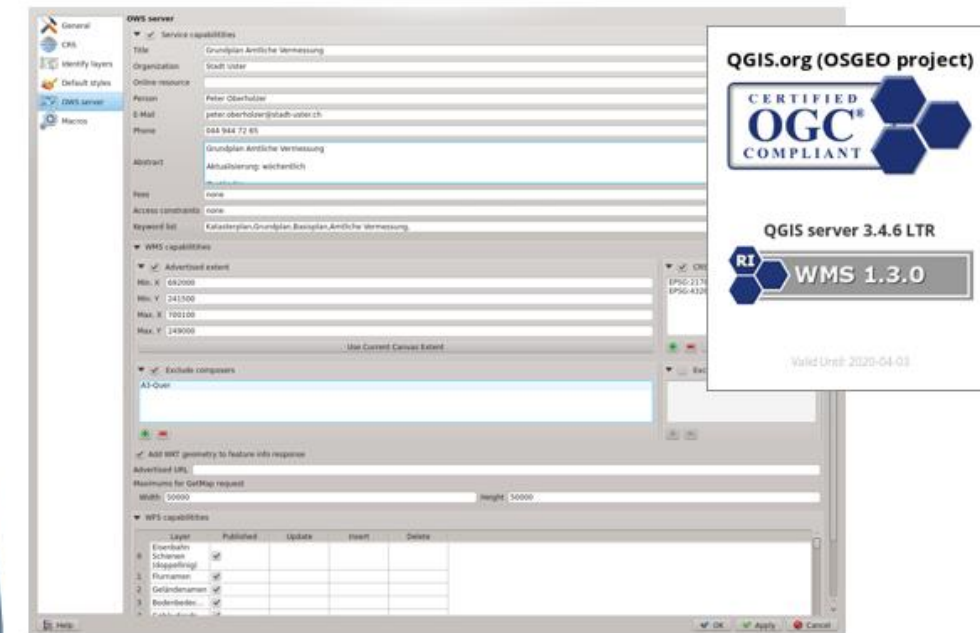
QGIS Overview



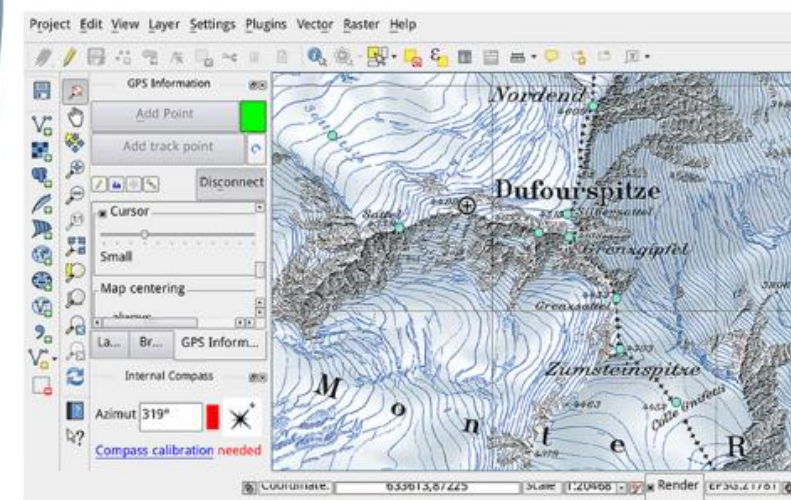
Powerful desktop GIS software to create, edit, visualise, analyse and publish geospatial information.



Publish your QGIS projects and layers as OGC compatible WMS, WMTS, WFS and WCS services. Control which layers, attributes, layouts and coordinate systems are exported. QGIS server is considered as a reference implementation for WMS 1.3.0



Publish your QGIS projects on the web with ease. Benefit from the powerful symbology, labeling and blending features to impress with your maps.



Work is being done to use QGIS on Android devices. Current builds are very experimental, and not for the faint of heart.

QGIS Release history

3.0	Girona	23 February 2018	Based on Qt5, PyQt5, and Python 3. ^[21] Latest point release = 3.0.3 from 18 May 2018. 3.0 changelog
3.2	Bonn	22 June 2018	3.2 changelog
3.4 LTR	Madeira	26 October 2018	3.4 changelog
3.6	Noosa	22 February 2019	3.6 changelog
3.8	Zanzibar	21 June 2019	3.8 changelog ^[22]
3.10 LTR	A Coruña	25 October 2019	3.10 changelog ^[23]
3.12	București	21 February 2020	3.12 changelog ^[24]
3.14	Pi	19 June 2020	3.14 changelog ^[25]
3.16	Hannover	23 October 2020	3.16 changelog ^[26]
3.18	Zürich	19 February 2021	3.18 changelog ^[27]

■ Old version
 ■ Older version, still maintained
 ■ Latest version
 ■ Future release

Version	Codename	Release date	Significant changes
0.0.1-alpha		July 2002	Import and view data from PostGIS ^[16]
0.0.3-alpha		10 August 2002	Added support for shapefiles and other vector formats. ^[16]
0.0.4-alpha		15 August 2002	Improvements in layers handling, colorize layers, and view properties in a dialog box. ^[16]
0.0.5-alpha		5 October 2002	Bug fixes and improved stability, ability to set line widths, and improved zoom in/out functionality. ^[16]
0.0.6		24 November 2002	Improvements to PostGIS connections, layer identify function added, and ability to view and sort attribute tables. ^[16]
0.0.7		30 November 2002	[1]
0.0.8		11 December 2002	[2]
0.0.9		25 January 2003	[3]
0.0.10		13 May 2003	[4]
0.0.11		10 June 2003	[5]
0.0.12		10 June 2003	[6]
0.0.13		8 December 2003	[7]
0.1pre1		14 February 2004	Added support for raster data; single, continuous, and graduated shading for vector data; ability to create buffers, implemented as a PostGIS plugin. ^{[19][20]}
0.1	Moroz	25 February 2004	[8]
0.2	Pumpkin	26 April 2004	[9] [10] [11]
0.3	Madison	28 May 2004	[12] [13]
0.4	Baby	4 July 2004	[14] [15]
0.5	Bandit	5 October 2004	[16] [17]
0.6	Simon	19 December 2004	[18] [19]
0.7	Seamus		[20]
0.7.3		11 October 2005	[21] [22]
0.8	Josephine	7 January 2007	[23] [24]
0.8.1	Titan	15 June 2007	[25] [26]
0.9.0		26 October 2007	[27] [28] [29]
0.9.1	Ganymede	6 January 2008	[30] [31] [32]
0.10	Io	3 May 2008	[33] [34]
0.11	Metis	21 July 2008	[35] [36]

1.0	Kore	5 January 2009	[37] [38]
1.1	Pan	12 May 2009	[39] [40]
1.2	Daphnis	1 September 2009	[41] [42]
1.3	Mimas	20 September 2009	[43] [44]
1.4	Enceladus	10 January 2010	[45] [46]
1.5	Tethys	29 July 2010	[47]
1.6	Copiapó	27 November 2010	[48] [49]
1.7	Wrocław	19 June 2011	[50]
1.8	Lisboa	21 June 2012	[51] "Mojibake" in Japanese environment.
2.0	Dufour	8 September 2013	New vector API, integration of SEXTANTE geoprocessor, symbology and labeling overhaul. Renamed to QGIS. [52]
2.2	Valmiera	22 February 2014	2.2 changelog ^[21]
2.4	Chugiak	27 June 2014	2.4 changelog
2.6	Brighton	1 November 2014	2.6 changelog
2.8 LTR	Wien	20 February 2015	2.8 changelog
2.10	Pisa	26 June 2015	2.10 changelog
2.12	Lyon	23 October 2015	2.12 changelog
2.14 LTR	Essen	29 February 2016	2.14 changelog ; latest point release = 2.14.22 from 20 January 2018
2.16	Nødebo	8 July 2016	2.16 changelog
2.18 LTR	Las Palmas	21 October 2016	Final release in the 2.x series. ^[22] Based on Qt4, Python 2.7. Latest point release = 2.18.28 from 18 January 2019. 2.18 changelog

Download QGIS

QGIS

A Free and Open Source Geographic Information System



Create, edit, visualise, analyse and publish geospatial information on Windows, Mac, Linux, BSD and mobile devices

For your desktop, server, in your web browser and as developer libraries

Download Now

Version 3.18.0
Version 3.16.4 LTR

Support QGIS

Donate now!

QGIS in OSGeo4W:

- [OSGeo4W Network Installer \(64 bit\)](#) ☐
- [OSGeo4W Network Installer \(32 bit\)](#) ☐

In the installer choose **Desktop Express Install** and select **QGIS** to install the *latest release*.
To get the *long term release* (that is not also the latest release) choose **Advanced Install** and select **qgis-ltr-full**
To get the *bleeding-edge development build* choose **Advanced Install** and select **qgis-full-dev**

Standalone installers from OSGeo4W packages

Latest release (richest on features):

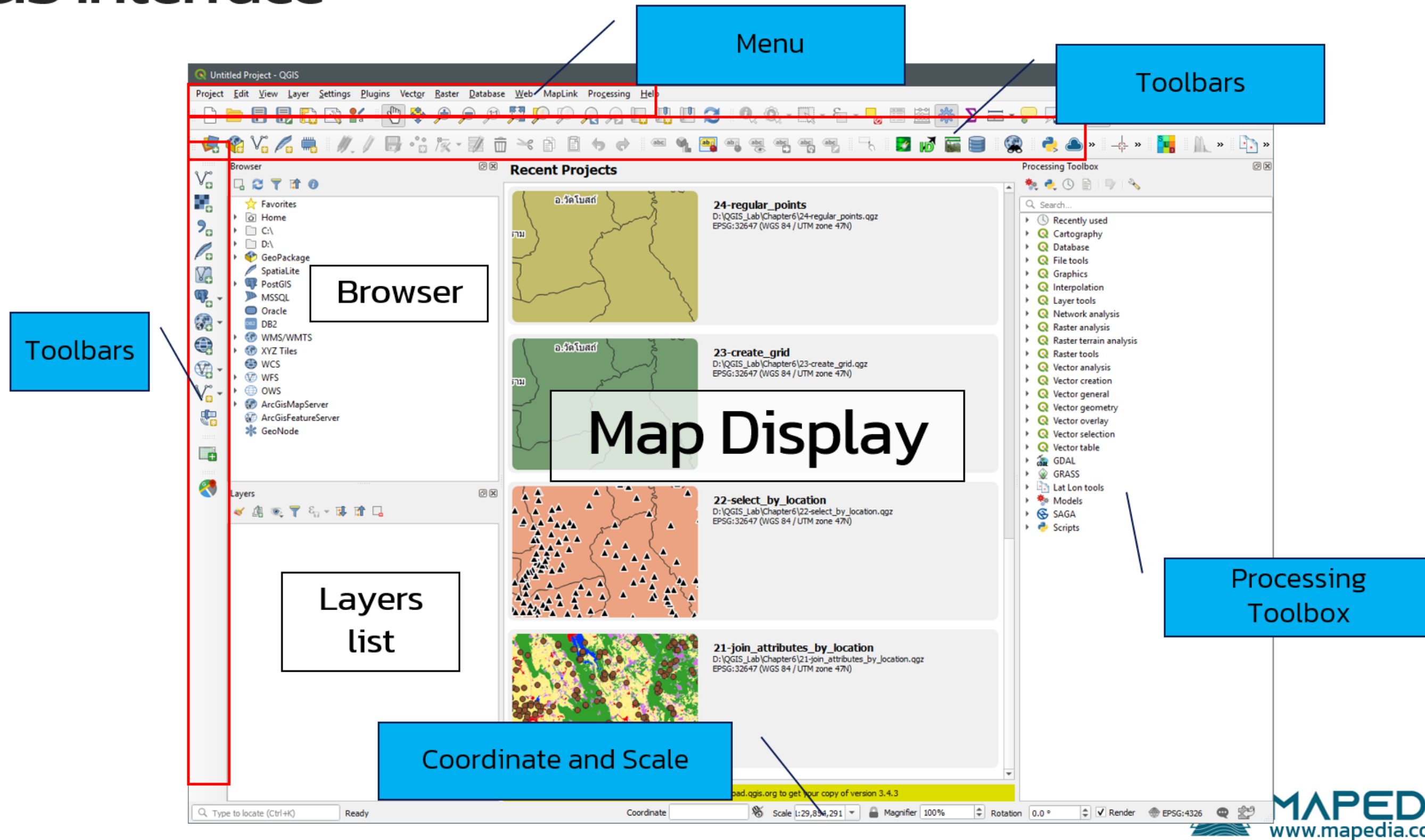
IMPORTANT NOTE: we are holding back further download of 3.18.0 Windows installer because of some serious issues found after release.
Download links below are disabled until we release 3.18.1 with fixes for these issues.
The 3.18.0 download is still accessible through the "All Downloads" tab (for testing purposes)

- [QGIS Standalone Installer Version 3.18 \(64 bit\)](#) sha256
- [QGIS Standalone Installer Version 3.18 \(32 bit\)](#) sha256

Long term release repository (most stable):

- [QGIS Standalone Installer Version 3.16 \(64 bit\)](#) sha256 ☐
- [QGIS Standalone Installer Version 3.16 \(32 bit\)](#) sha256 ☐

QGIS Interface



การประยุกต์ใช้งานสำหรับอสังหาริมทรัพย์

การประยุกต์ใช้งานสำหรับอสังหาริมทรัพย์



1 บินโดรน
ถ่ายภาพ



2 ประมวลผล
ข้อมูลภาพ



3 โปรแกรม QGIS
ข้อมูลแปลงที่ดิน
แสดงภาพที่ได้จากโดรน



4 แสดงราคา
ประเมินที่ดิน
รายแปลง



5 แอปพลิเคชัน
QField

การเรียกข้อมูลรูปแปลงที่ดินจากระบบค้นหารูปแปลงที่ดิน

<http://dolwms.dol.go.th/tvwebp/>

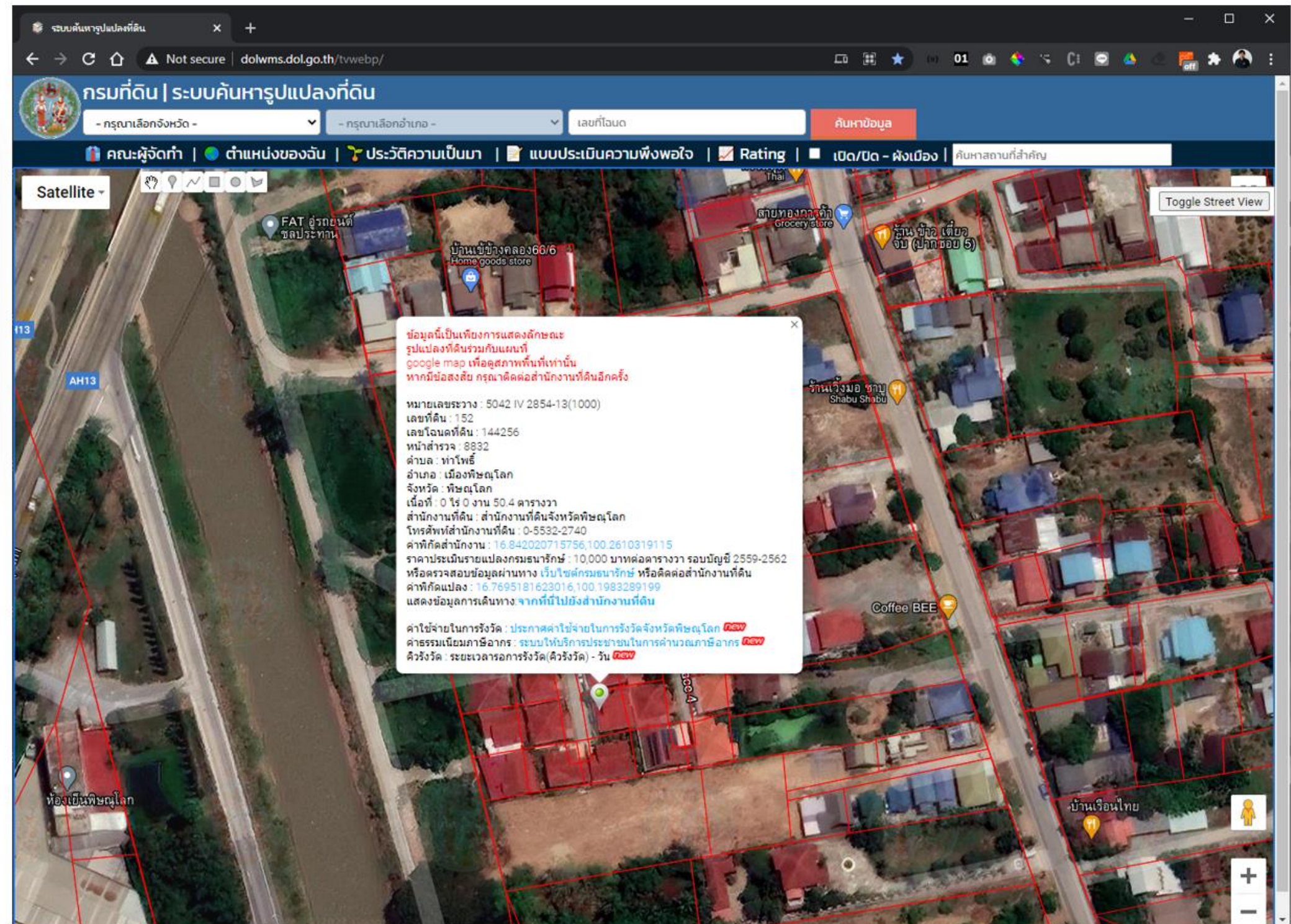
WMS ของกรมที่ดินปัจจุบัน

WMS Server 1 : <http://110.164.49.68:8081/geoserver/WMSDOL/wms?>

WMS Server 2 : <http://110.164.49.70:8081/geoserver/WMSDOL/wms?>

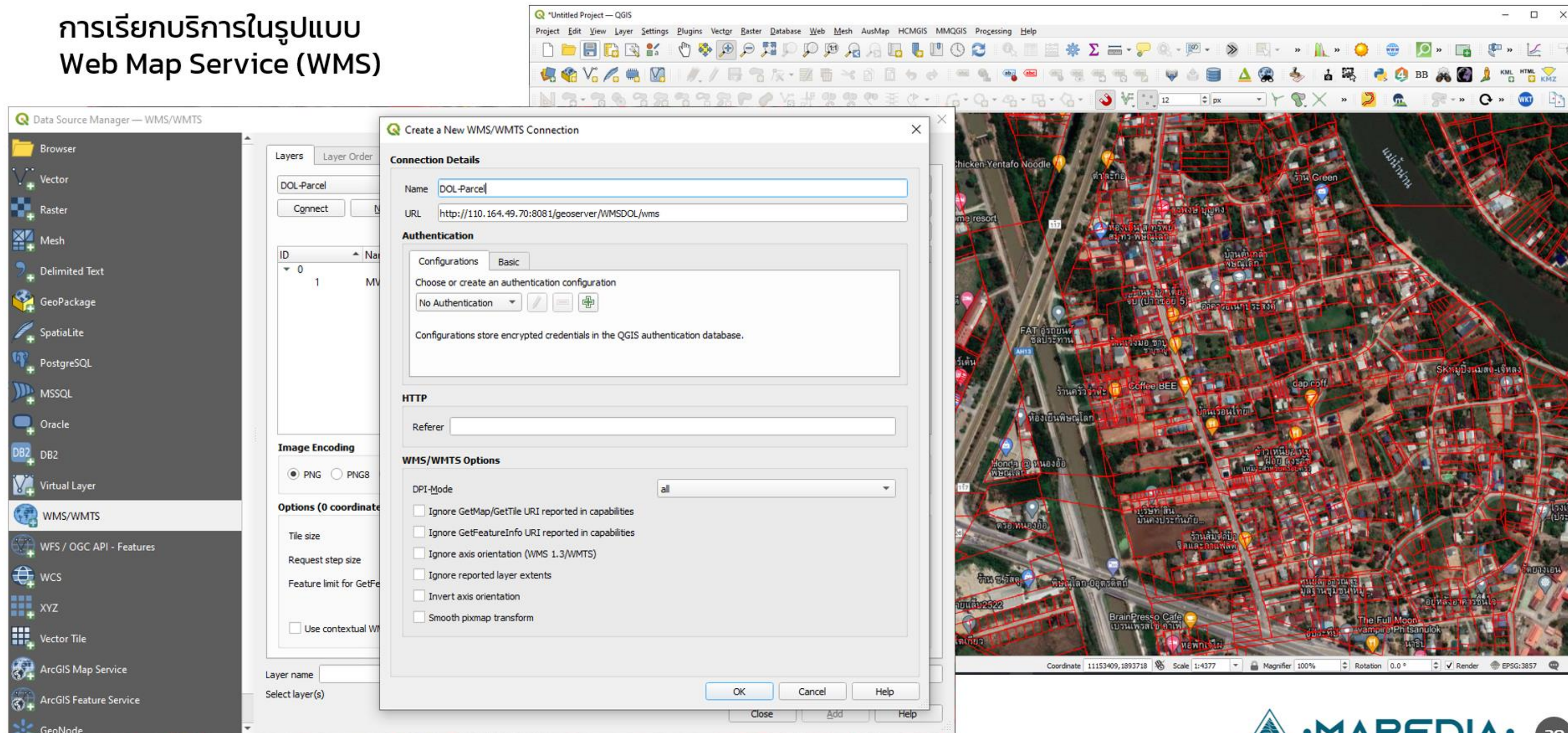
WMS Server 3 : <http://110.164.49.72:8081/geoserver/WMSDOL/wms?>

WMS Server 4 : <http://110.164.49.76:8081/geoserver/WMSDOL/wms?>

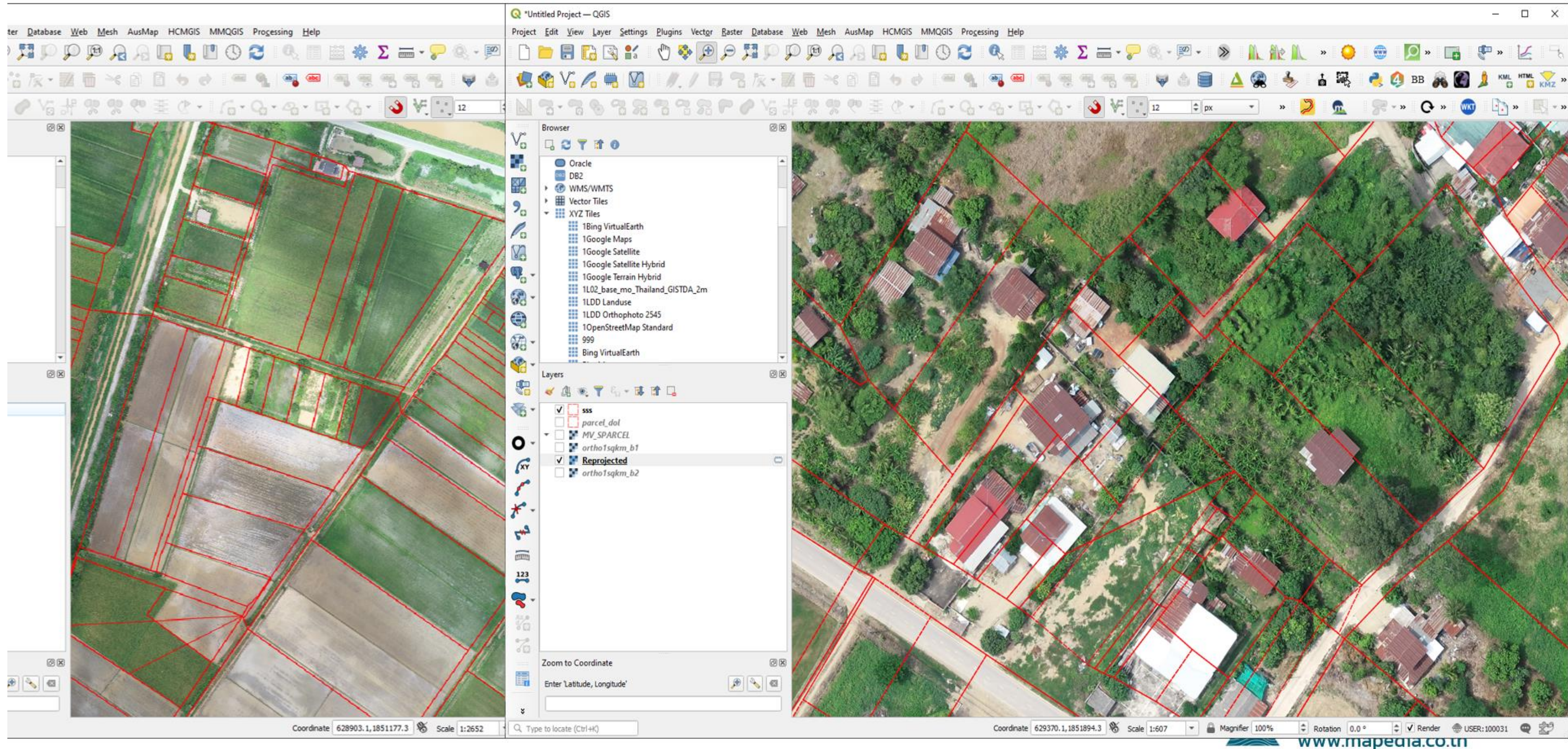


การเรียกบริการข้อมูลรูปแปลงที่ดินผ่านโปรแกรม QGIS

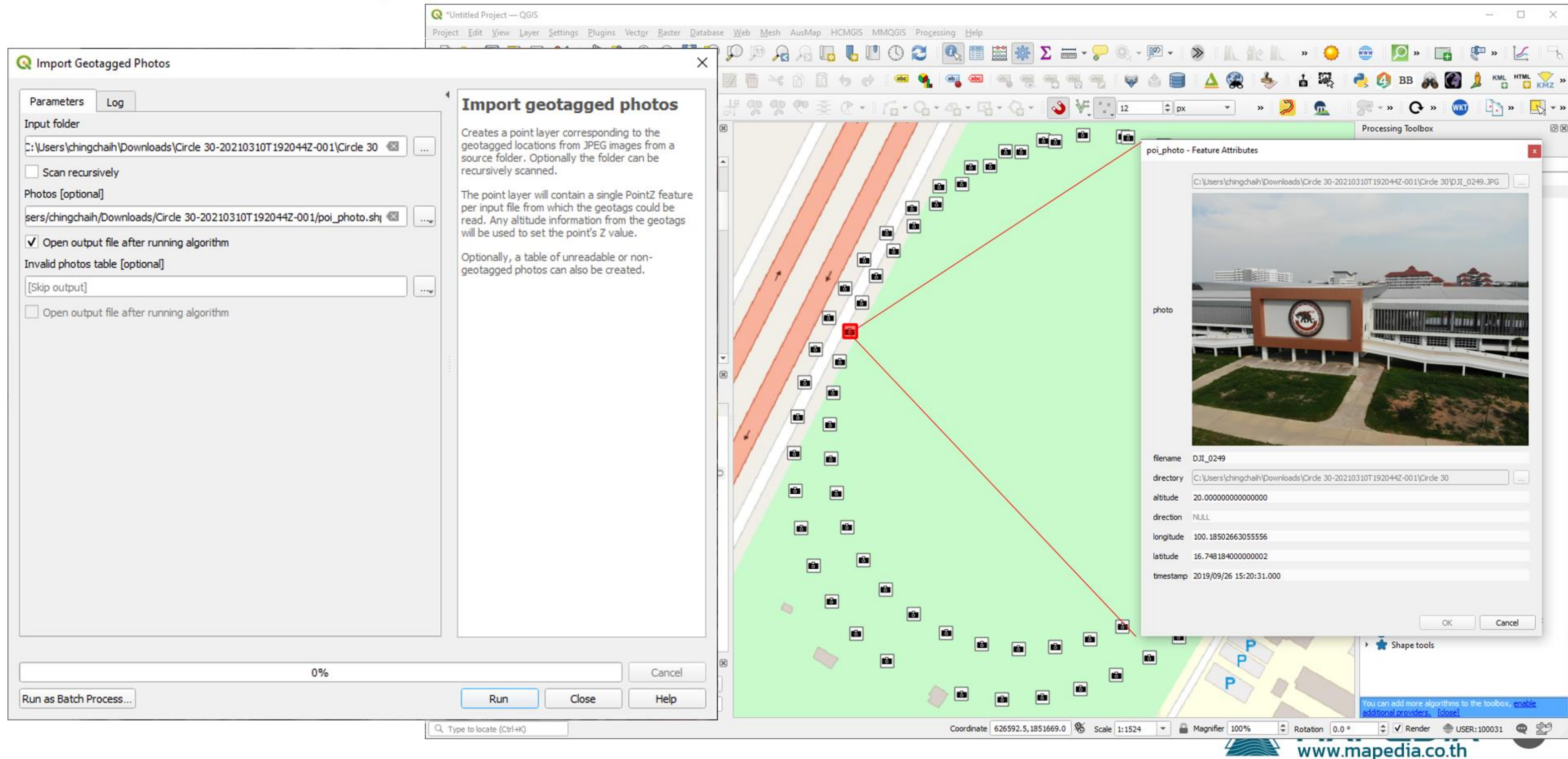
การเรียกบริการในรูปแบบ Web Map Service (WMS)



ซ้อนทับกับข้อมูลภาพผ่านการประมวลผลจากโดรน



การนำเอาภาพถ่ายมุมสูงที่ถ่ายจากโดรนมาแสดงใน QGIS



การนำเอาภาพถ่ายมุมสูงที่ถ่ายจากโดรนมาแสดงใน QGIS

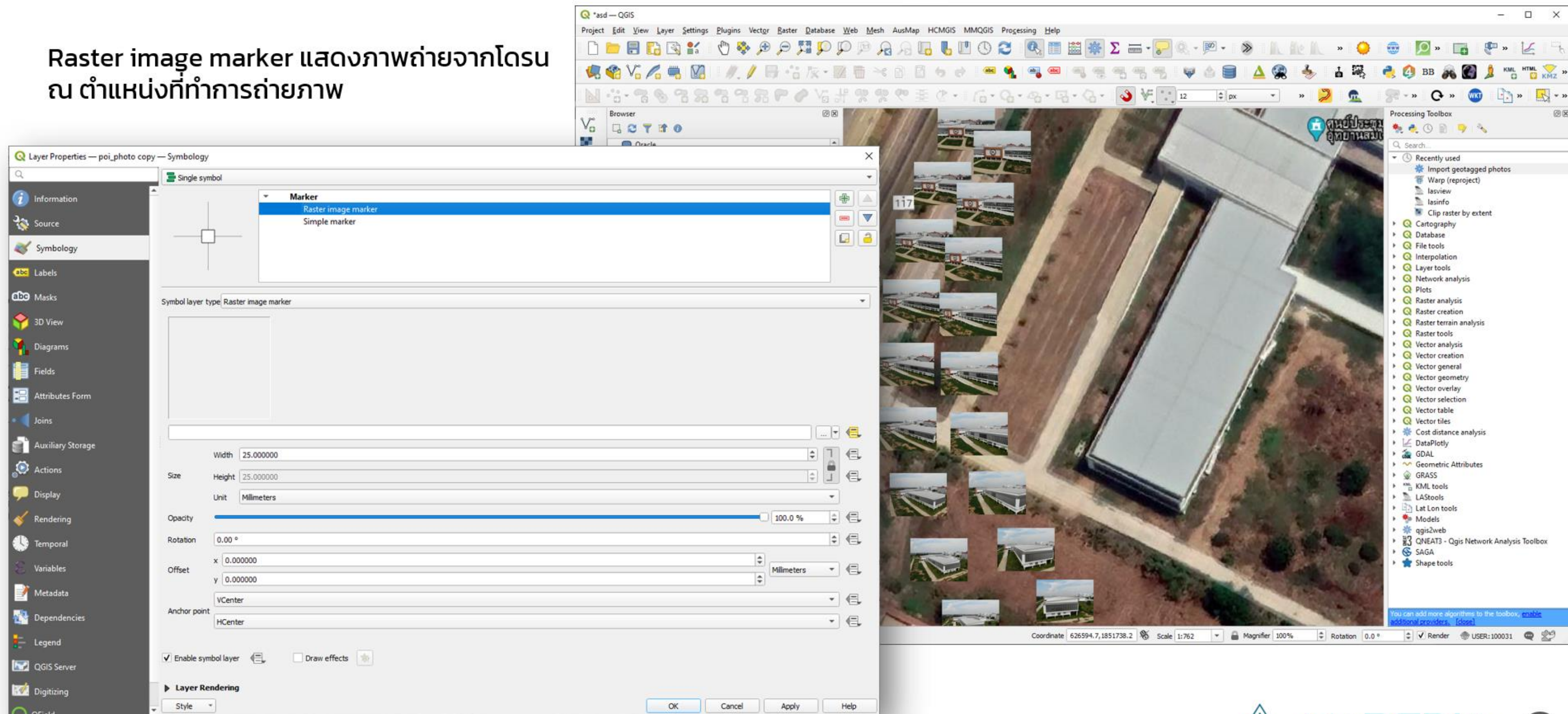
The screenshot shows the QGIS interface with a map of drone photos. A red circle highlights the 'Display' button in the toolbar. The 'Layer Properties' dialog box is open, showing the 'Display' tab with HTML code for a map tip. The map tip code is:

```
<table>
<tr>
<th>[% "filename" %]</th>
</tr>
<tr>
<th></th>
</tr>
</table>
```

การใช Display ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ ในการแสดง ข้อมูลภาพถ่าย ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายๆ กับ Mouse hover

การนำเอาภาพถ่ายมุมสูงที่ถ่ายจากโดรนมาแสดงใน QGIS

Raster image marker แสดงภาพถ่ายจากโดรน ณ ตำแหน่งที่ทำการถ่ายภาพ



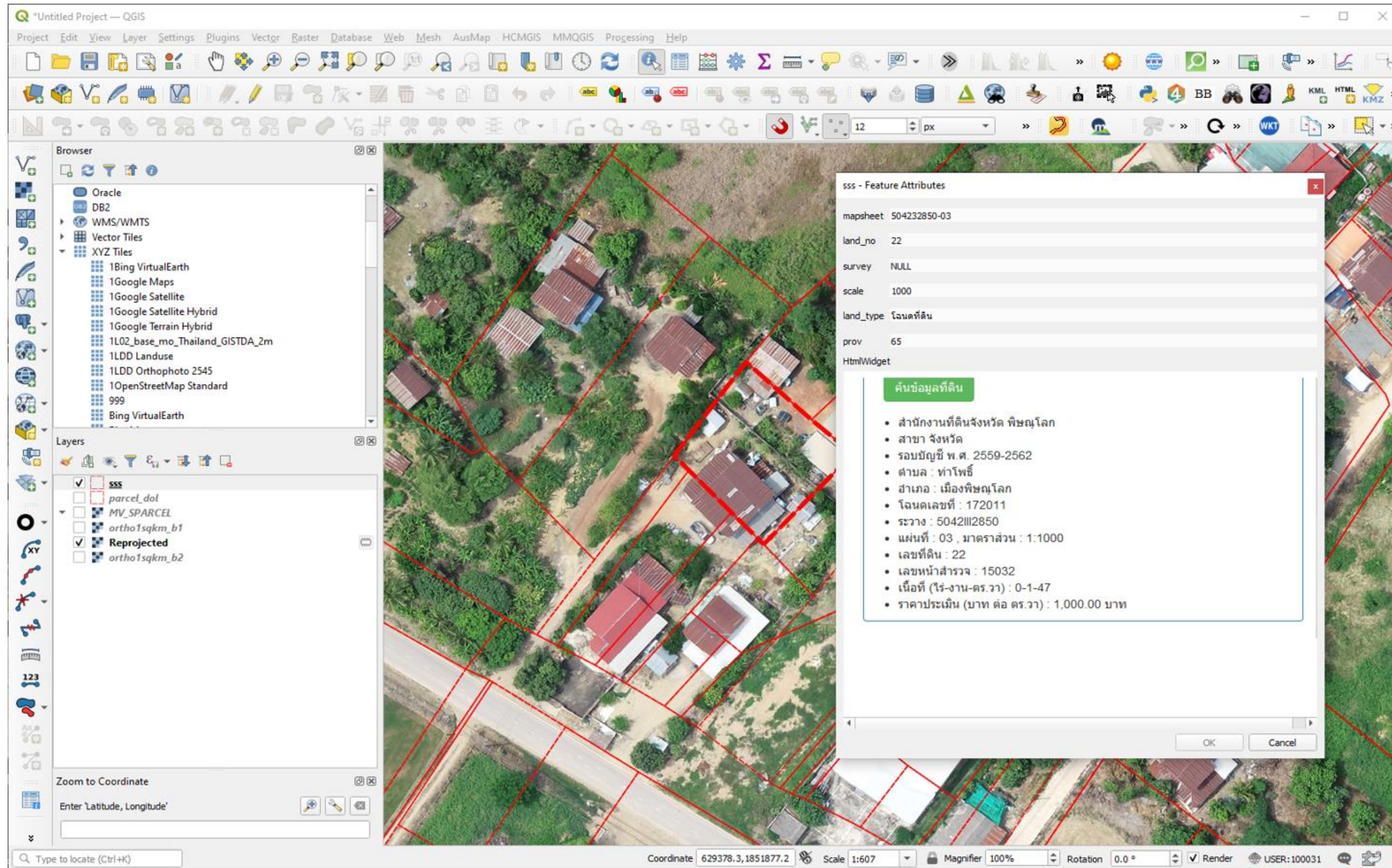
การแสดงราคาประเมินรายแปลงใน QGIS

ใช้วิธีการ Drag and Drop Designer และ HTML Widget เพื่อเชื่อมกับราคาประเมินที่ดินรายแปลง

The screenshot shows the QGIS interface for configuring an HTML widget. The 'Attributes Form' tab is active, and the 'Drag and Drop Designer' is open. The 'Available Widgets' list includes 'HTML Widget'. The 'Form Layout' shows the 'HTML Widget' selected. The 'HTML Widget' content is displayed in a separate window titled 'parcel_dol - Feature Attributes', showing the following information:

- สำนักงานที่ดินจังหวัด พิษณุโลก
- สาขา จังหวัด
- รอบรั้วชัย พ.ศ. 2559-2562
- ตำบล : ท่าโพธิ์
- อำเภอ : เมืองพิษณุโลก
- โฉนดเลขที่ : 52400
- ระวาง : 5042III2850
- แผ่นที่ : 00 , มาตรฐาน : 1:4000
- เลขที่ดิน : 115
- เลขหน้าสำรวจ : 1646
- เนื้อที่ (ไร่-งาน-ตร.วา) : 5-3-28.1
- ราคาประเมิน (บาท ต่อ ตร.วา) : 780.00 บาท

การแสดงราคาประเมินรายแปลงใน QGIS





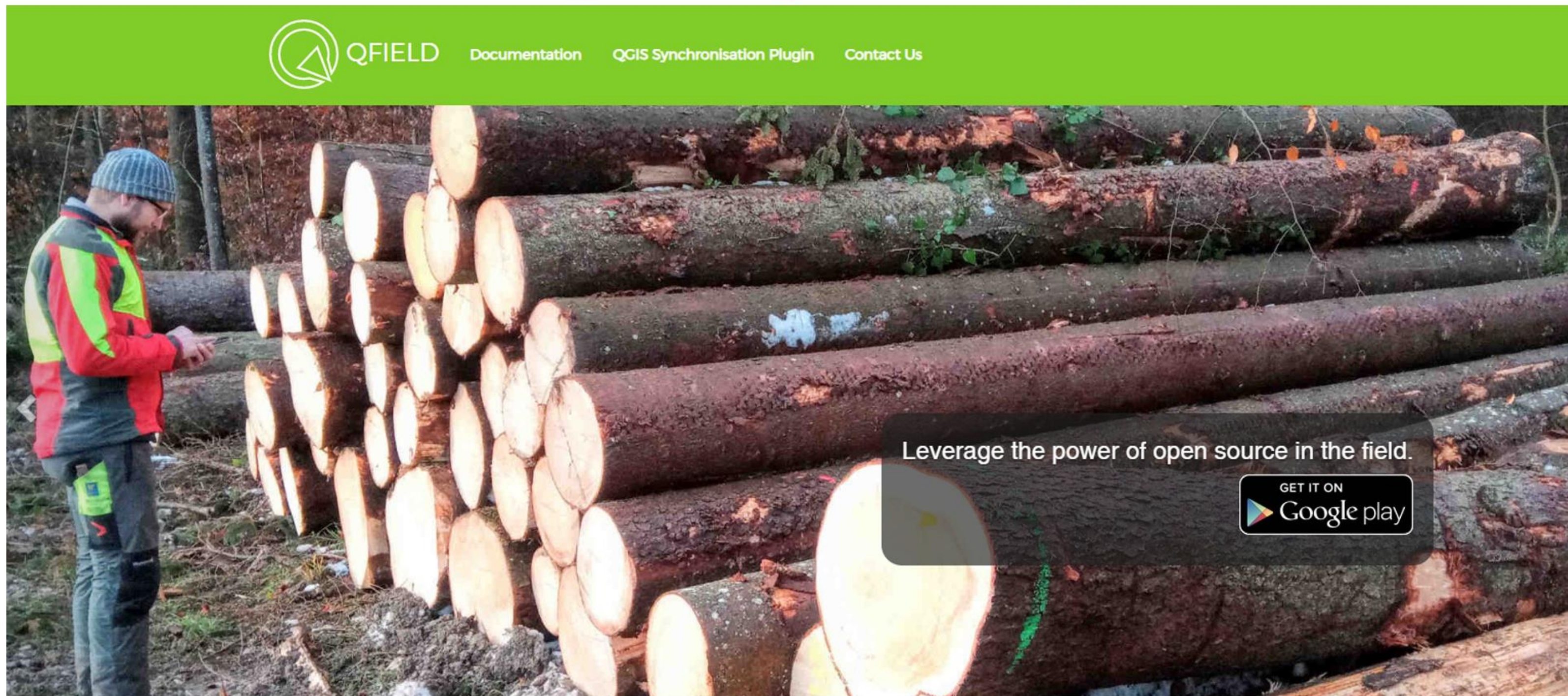
SMARTER SURVEY THROUGH QGIS

ชิ่งชัย หุมห้อง (CHINGCHAI HUMHONG)
chingchai.h@gmail.com

MAPEDIA Co., Ltd.
www.mapedia.co.th



<https://qfield.org>



QField



Prepare once deploy everywhere

QField is built on top of the professional QGIS open source project, allowing users to setup maps and forms in QGIS on their workstation, and deploy those in the field through QField.



Supports a wide variety of data formats

Leveraging QGIS' data providers - OGR, GDAL, PostGIS, and more - QField supports a wide variety of vector and raster formats.

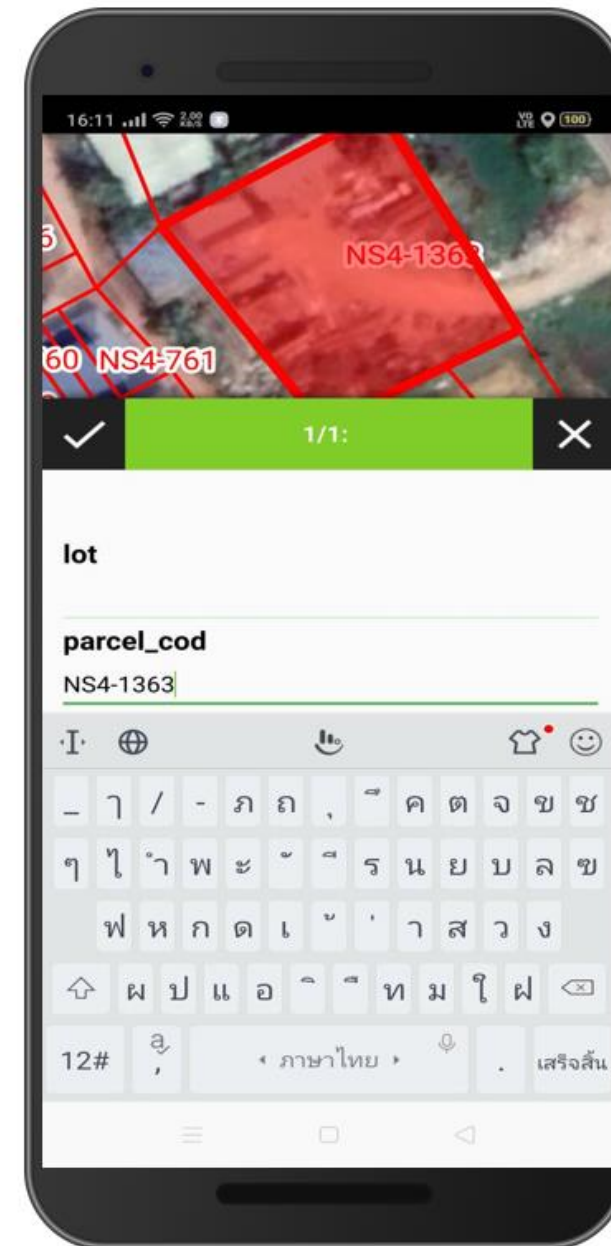
Datasets can be locally stored or accessed remotely.



Synchronize with WiFi, USB cable or mobile network

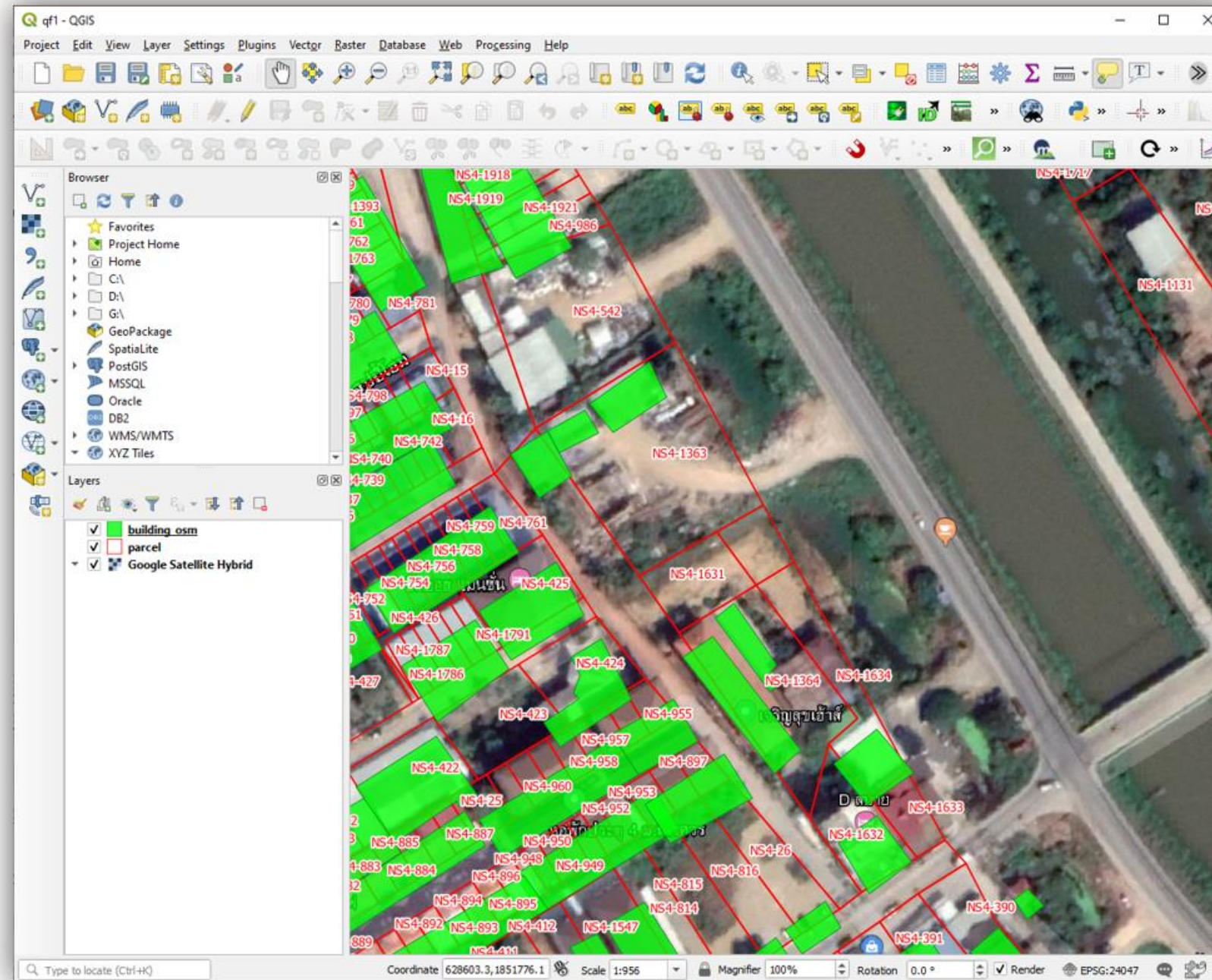
QField gives the users full control by allowing projects to be synchronized via USB cable as through the Internet via WiFi, a mobile network connection, etc.

QField



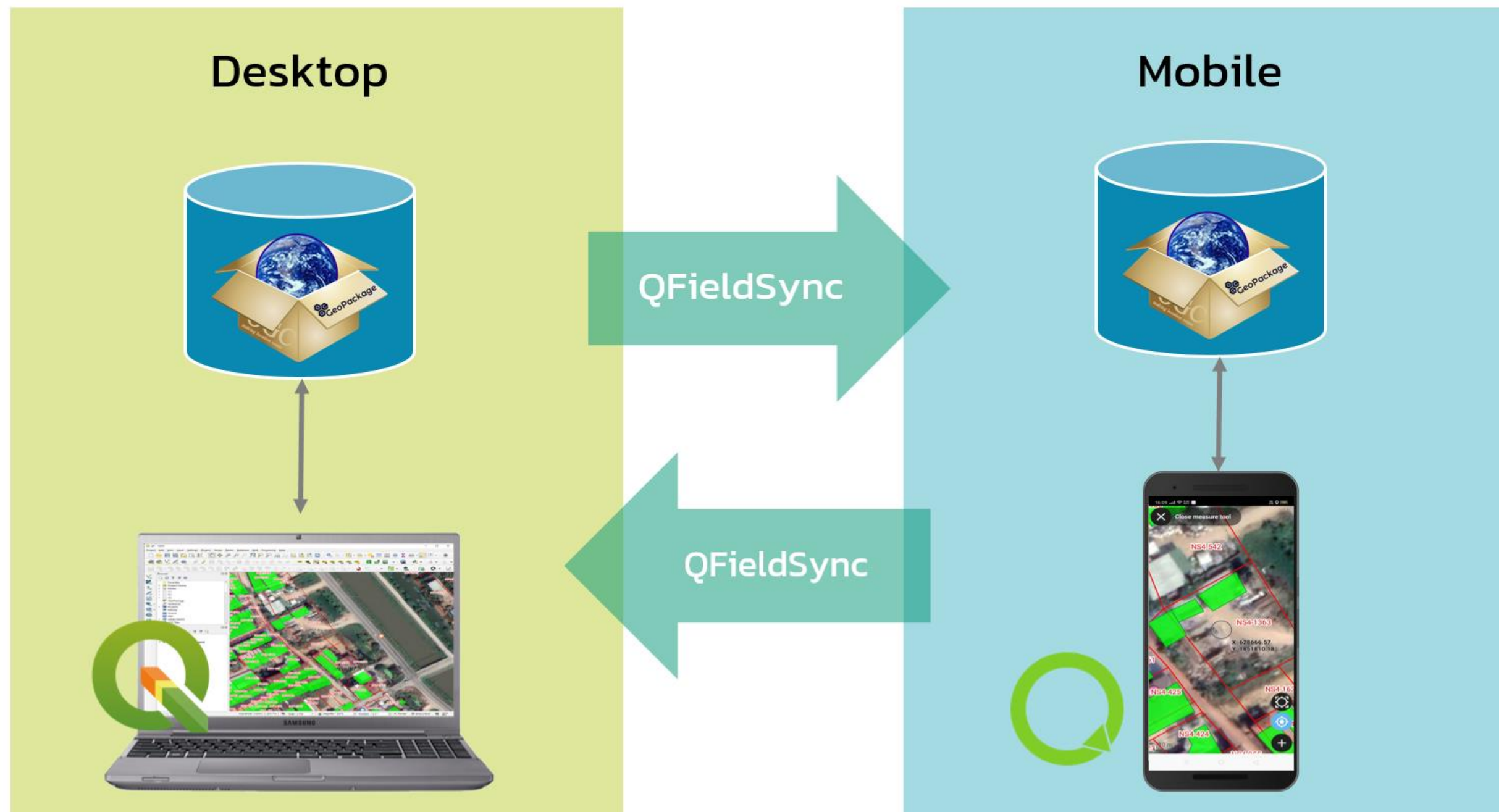
- Open source mobile (Android) application
- Package QGIS projects with *QFieldSync*
- Works fully when offline
- Feature digitizing, geometry and attributes editing, attribute search, forms customizable through QGIS, GPS support, and camera integration
- Create and edit points, lines and polygons

QGIS

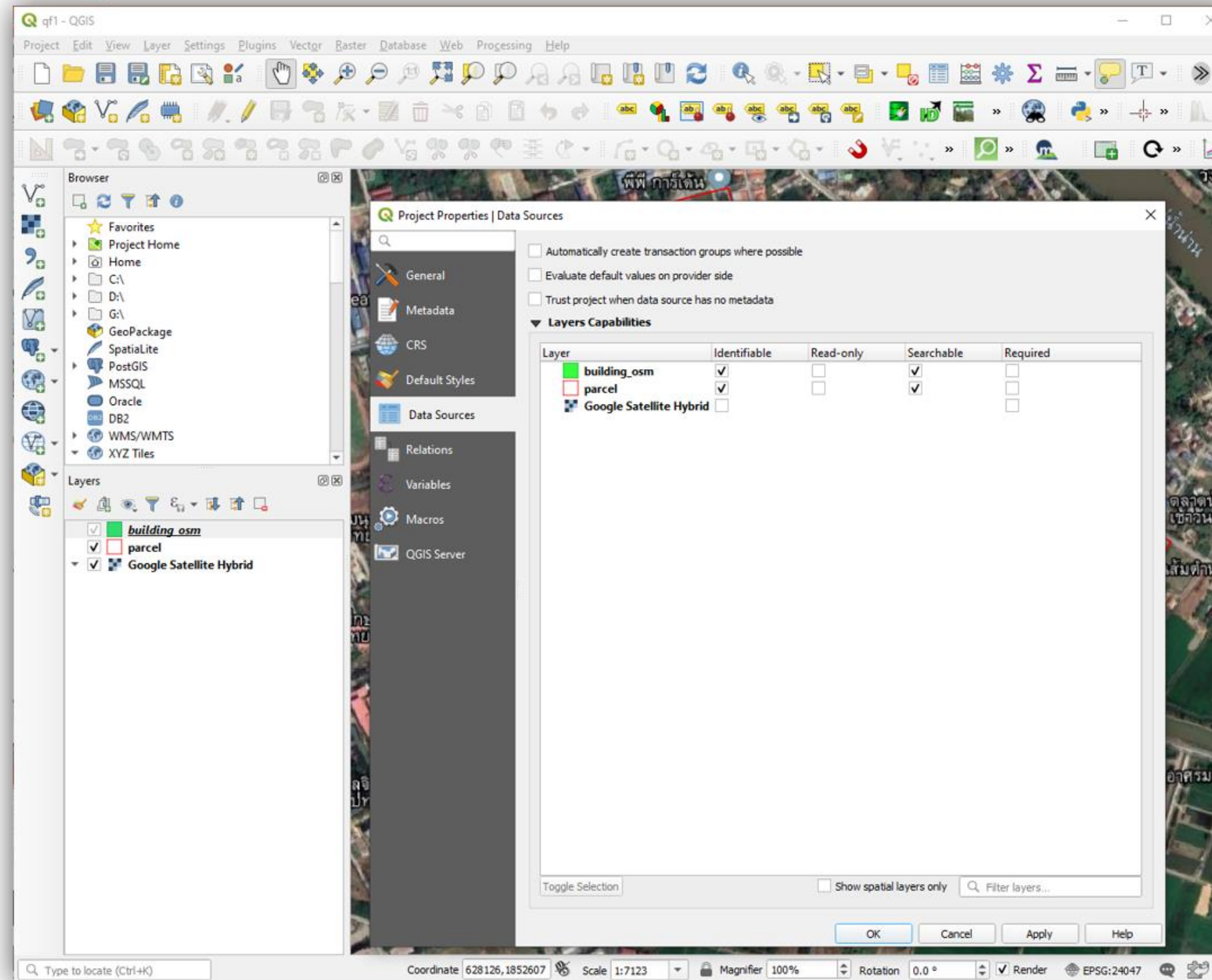


- QGIS (formerly known as Quantum GIS)
- The project started in 2002
- A Free and Open Source Geographic Information System
- High quality
- QGIS is available on Windows, macOS, Linux and Android
- Many developers
- 4 month release cycle

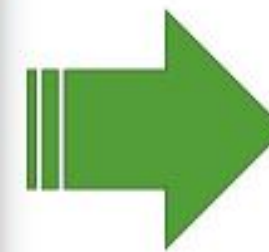
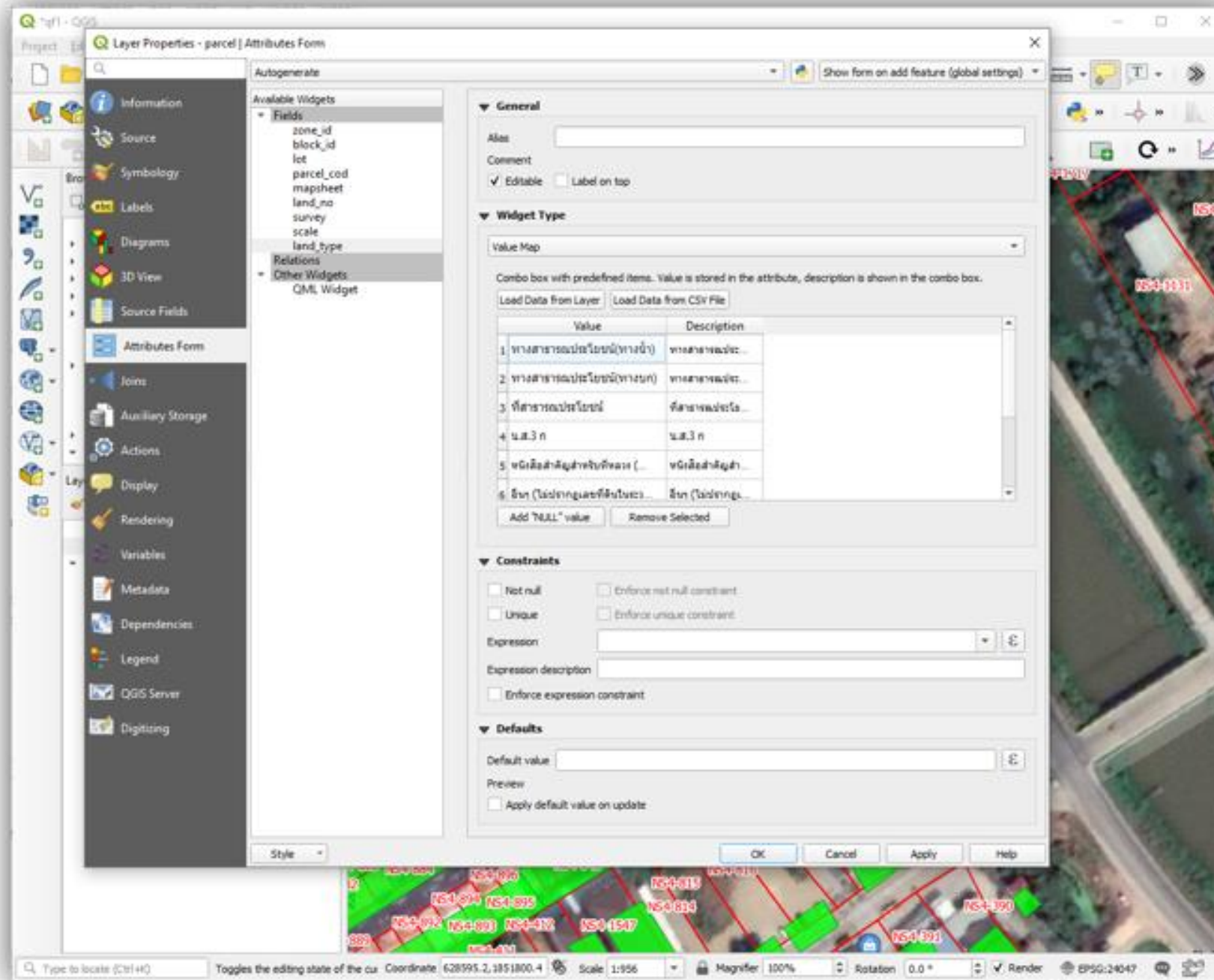
QField data collection workflow



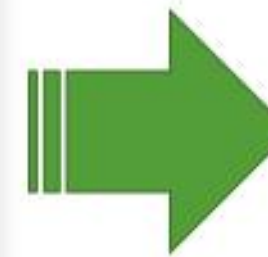
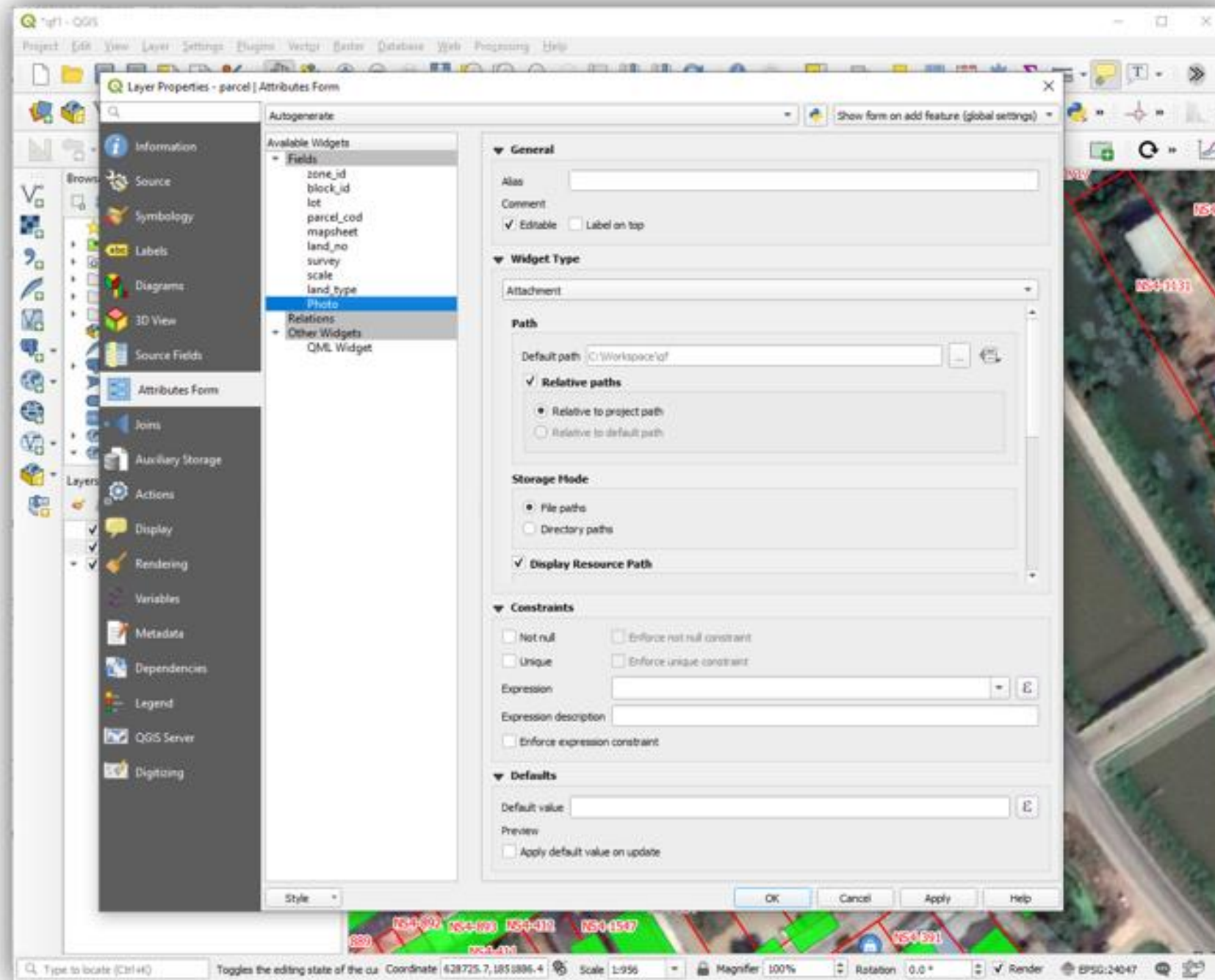
Setup Project



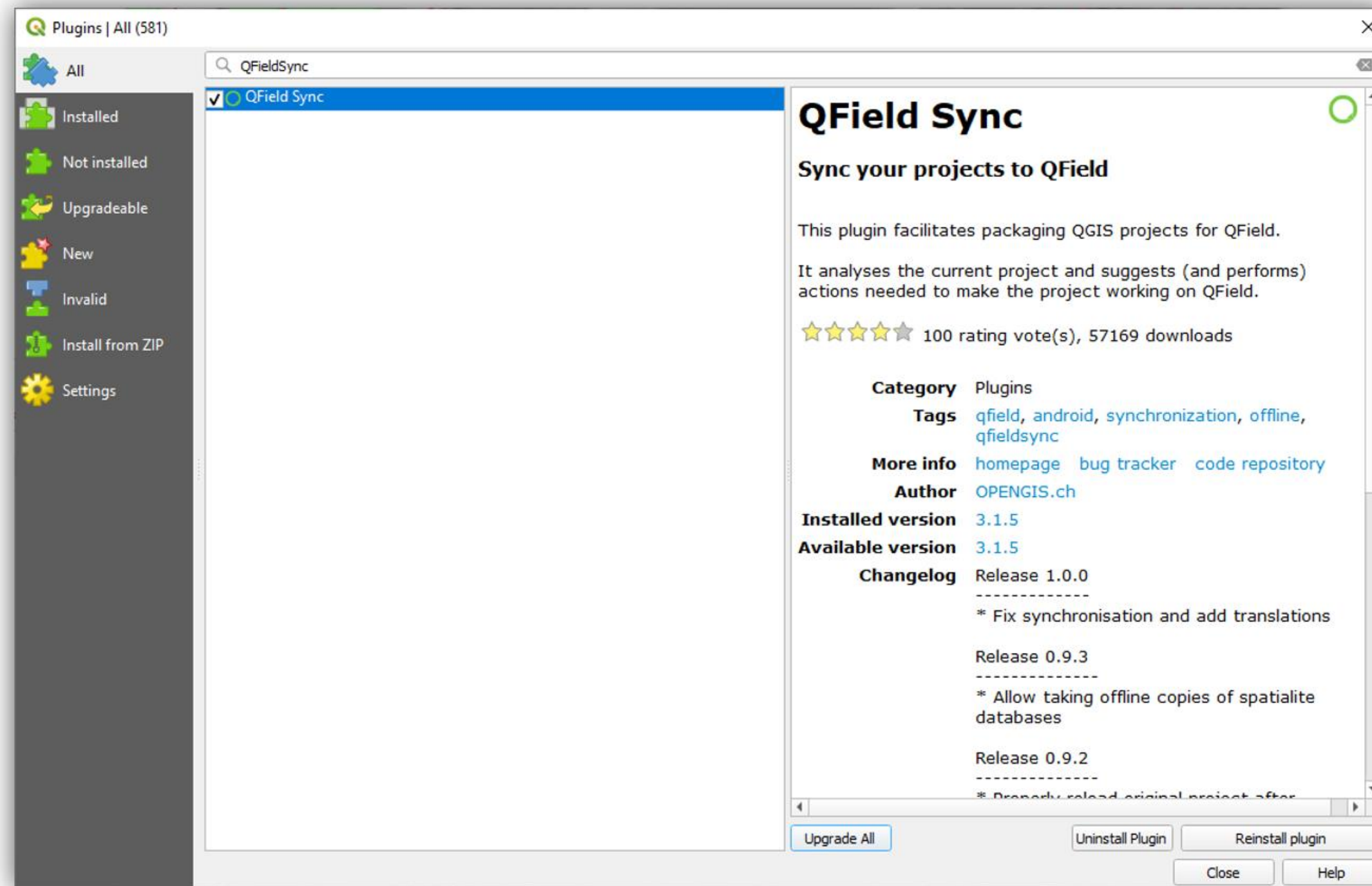
Setup Form



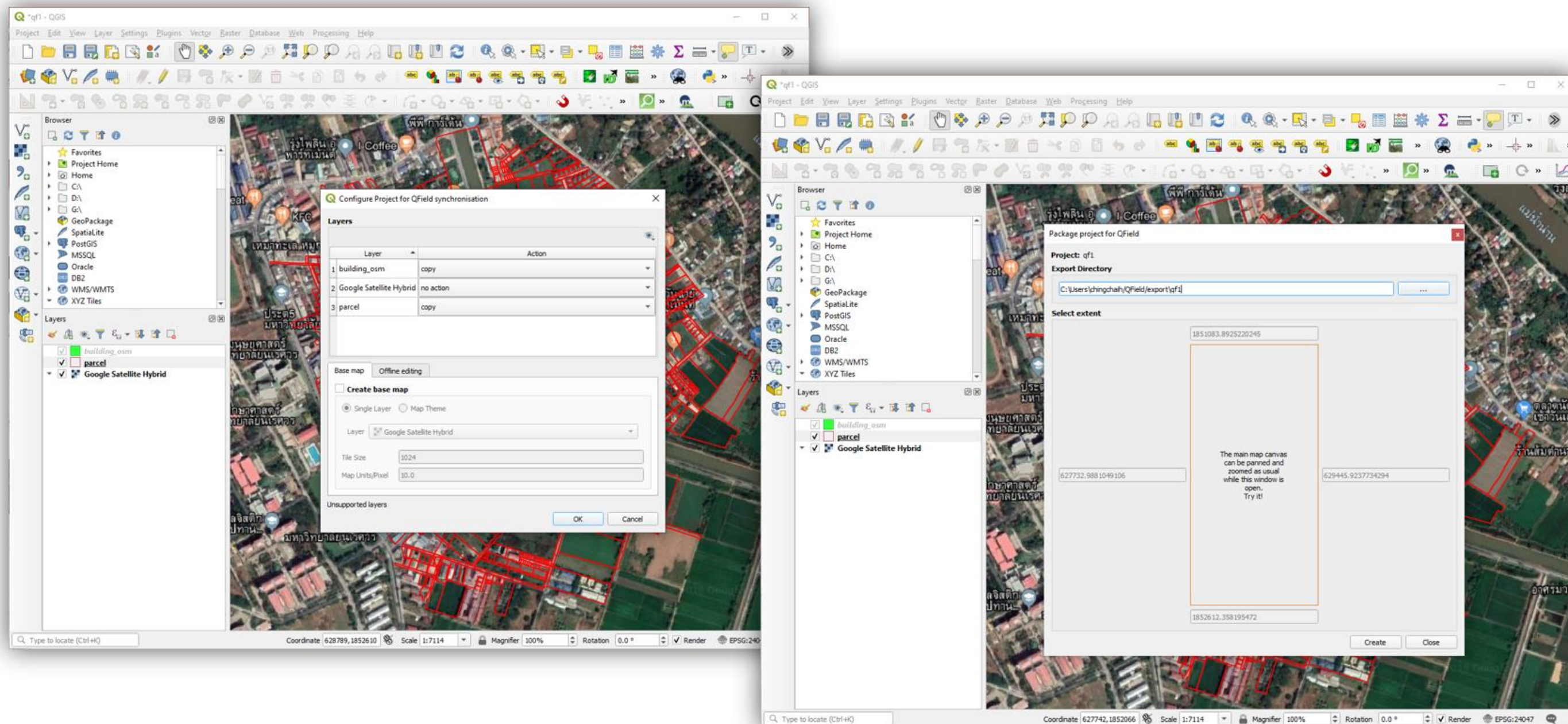
Setup Form



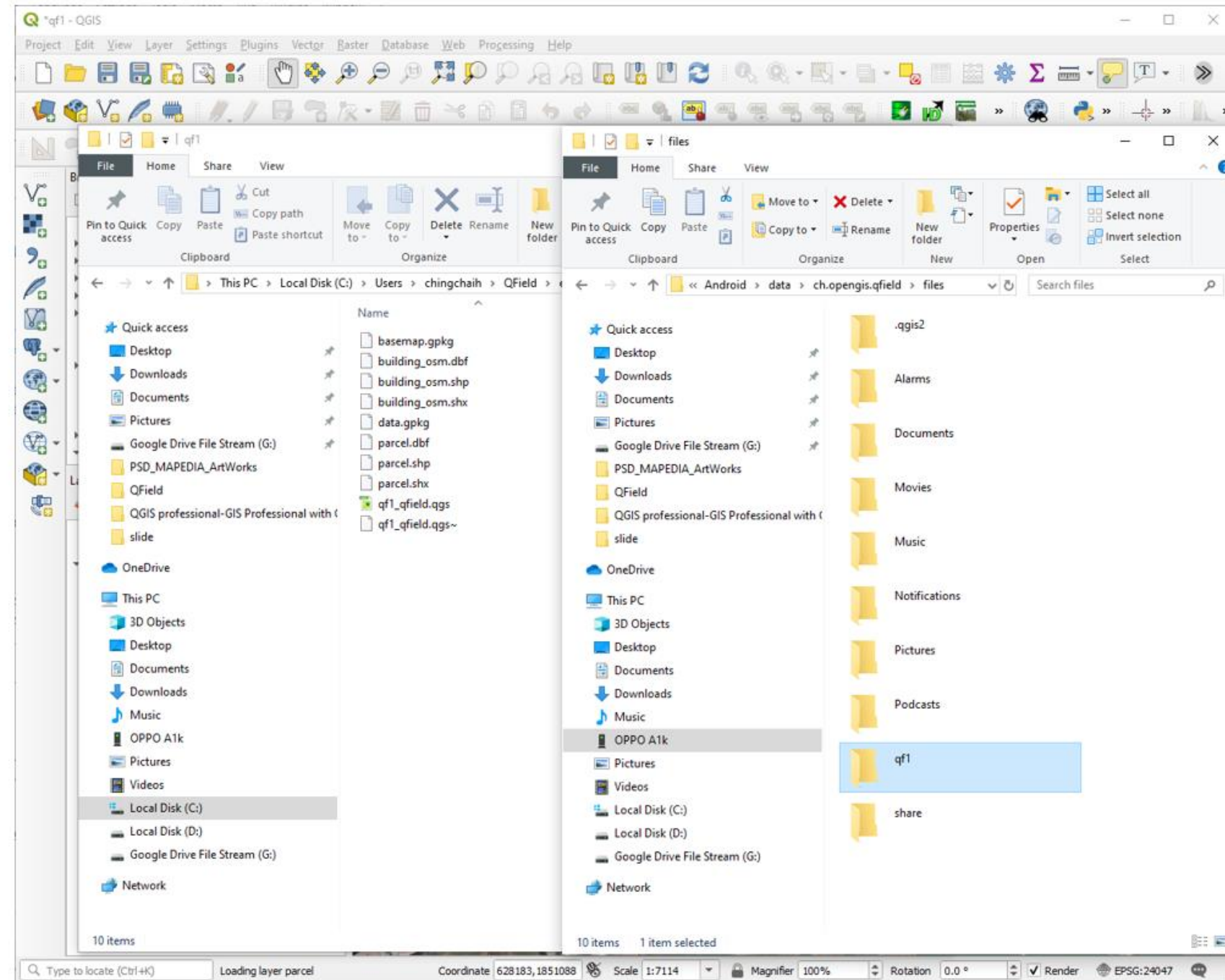
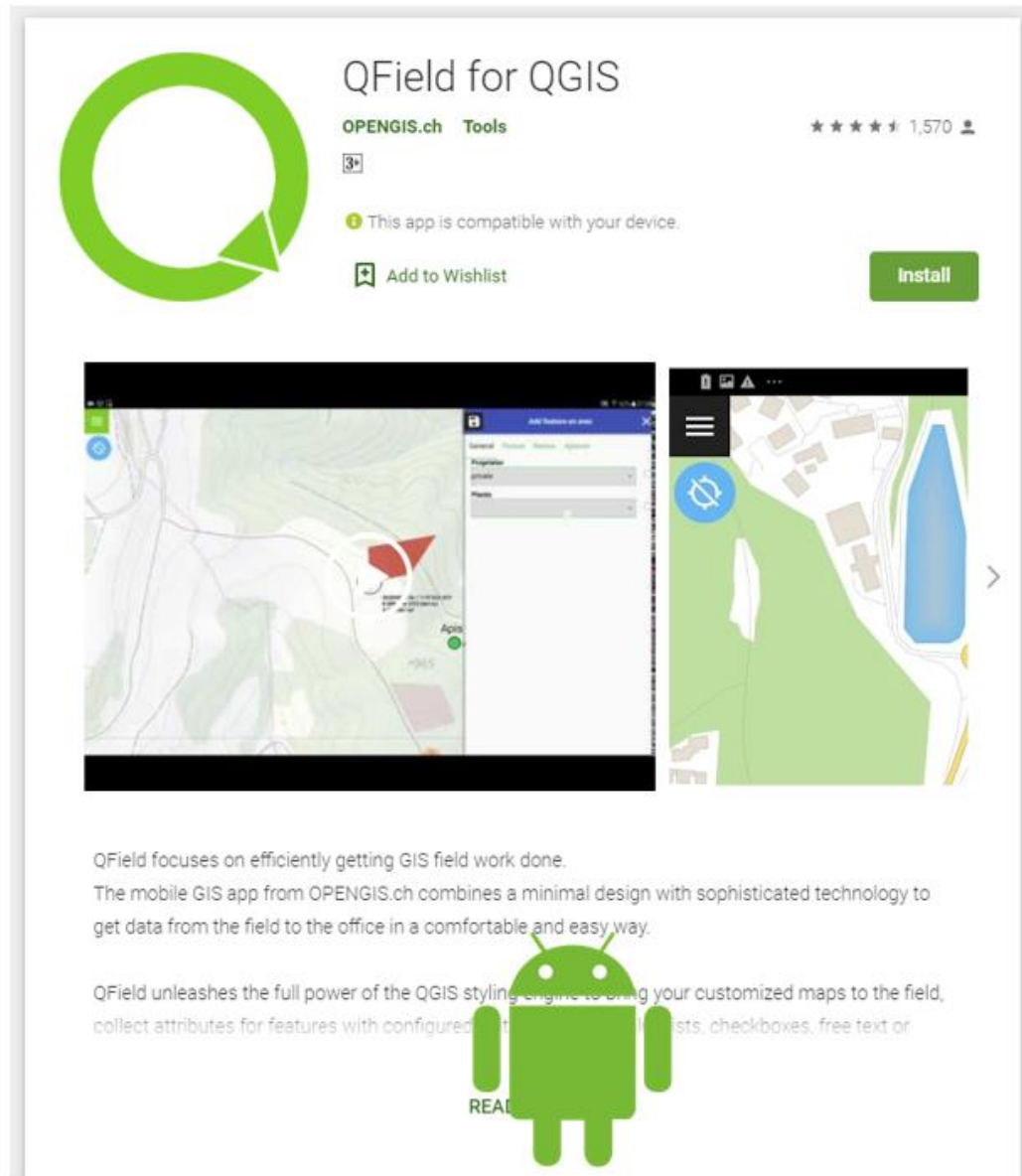
QFieldSync plugin



Configure and Package Project QFieldSync



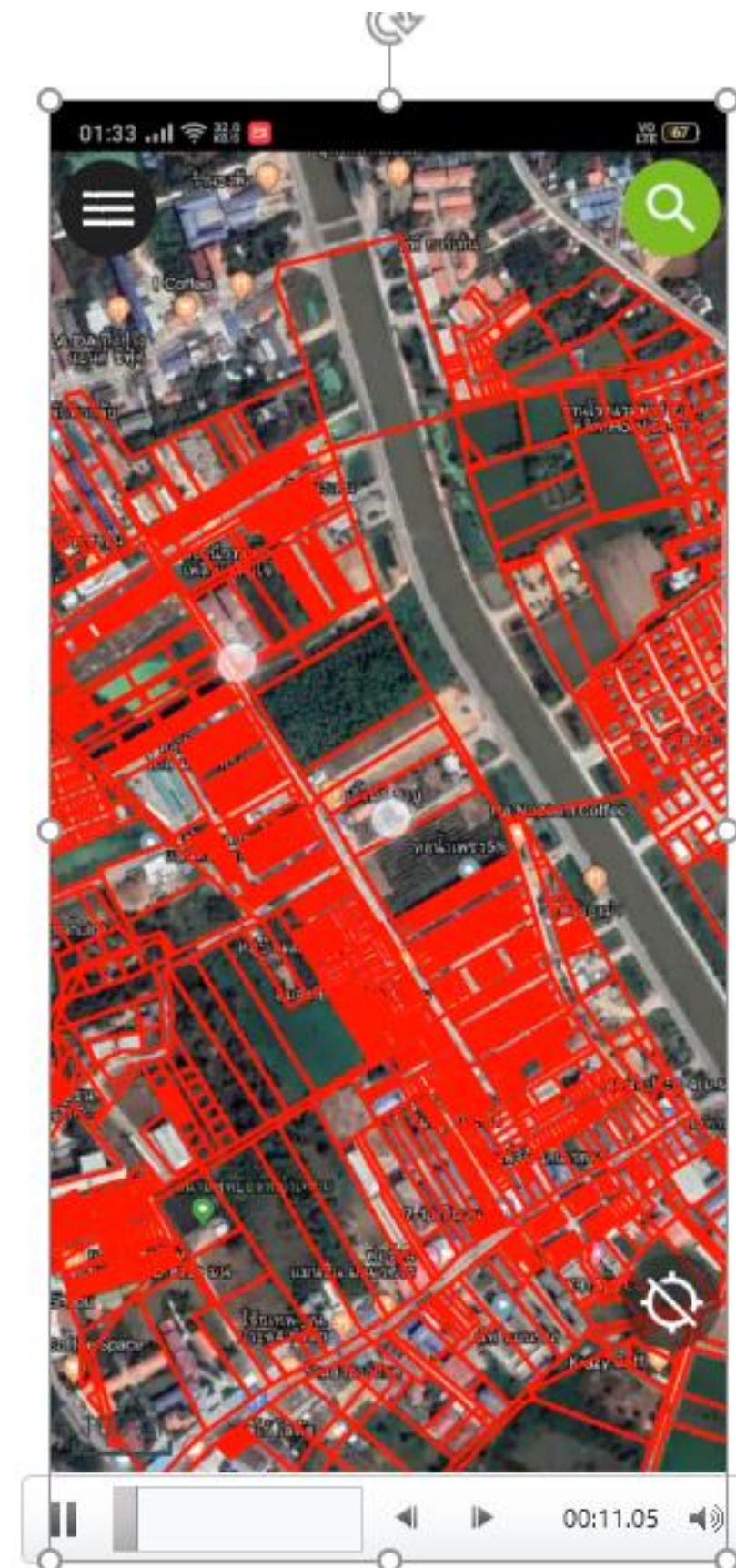
Install QField and Transfer Package to Mobile Device



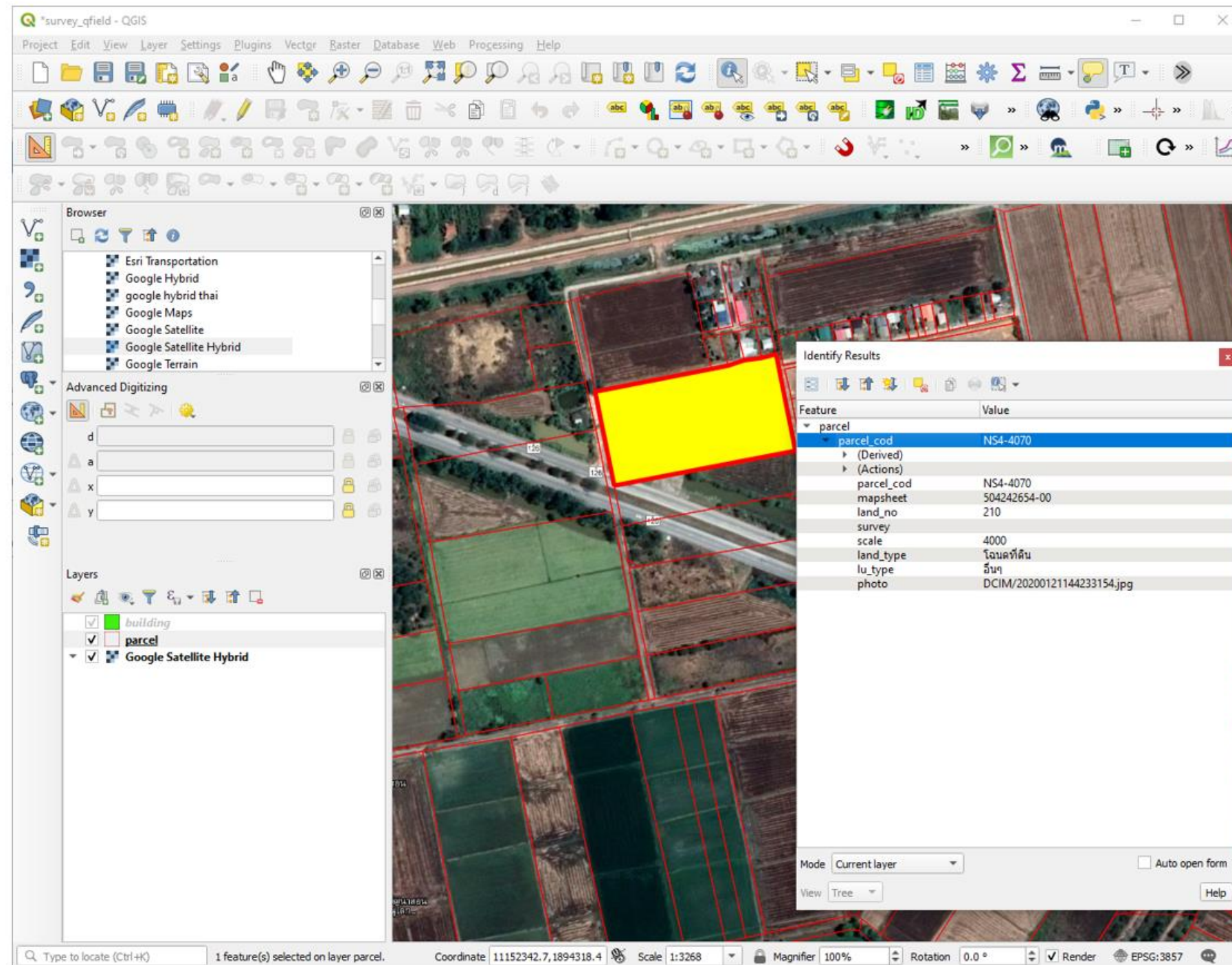
Demonstration



Demonstration



Transfer QField Package Back to Computer



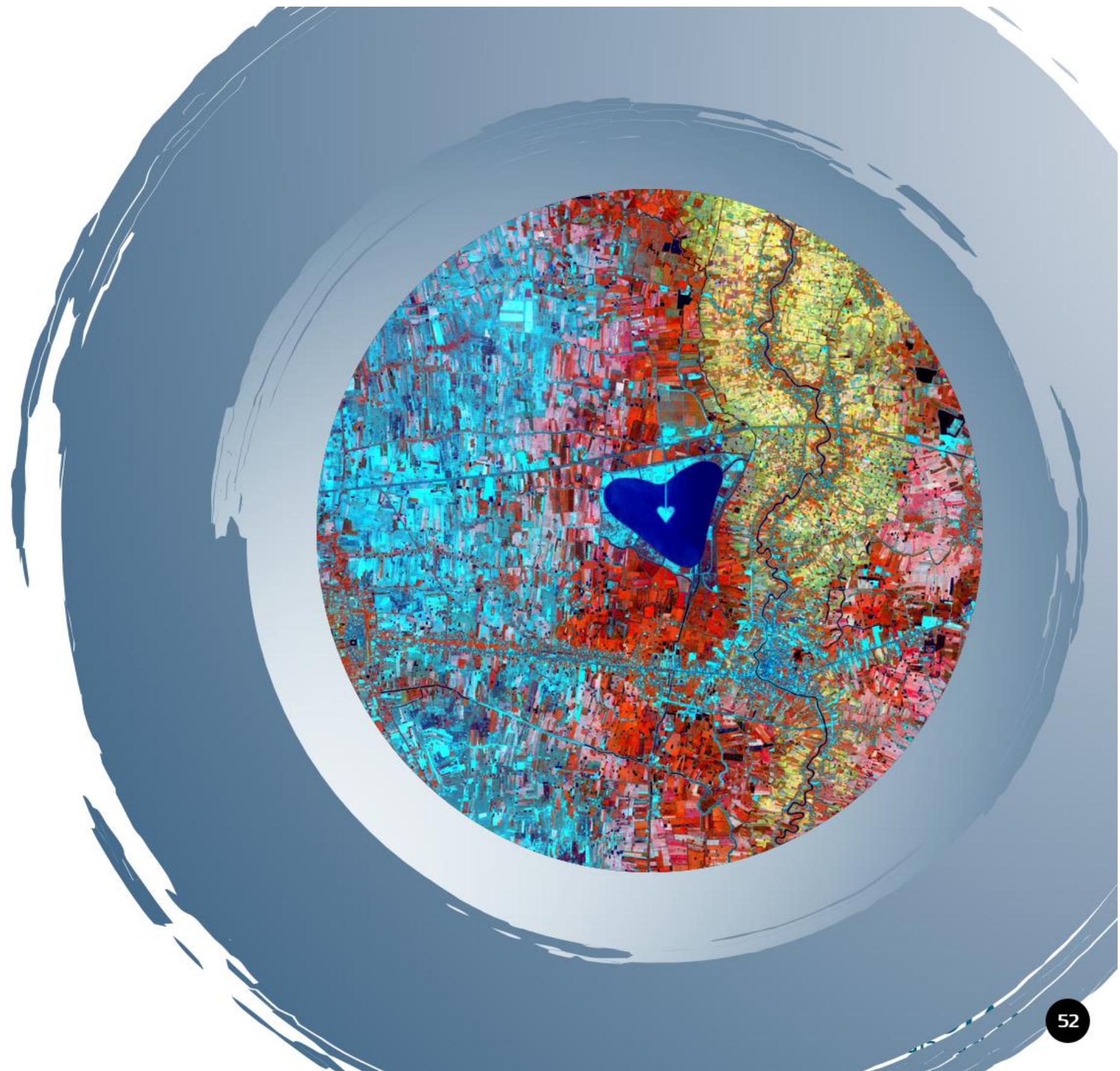
Thank You

CHINGCHAI HUMHONG

+66 93 036 3366

mapedia.com@gmail.com

www.mapedia.co.th



3.6 บทที่ 6 : การประยุกต์ใช้งานรังวัด ด้วยอากาศยานไร้คนขับ กับอุตสาหกรรมเหมืองแร่





การใช้แผนที่ทางอากาศในการกำกับดูแล อุตสาหกรรมเหมืองแร่และอุตสาหกรรมพื้นฐาน

ดร. อนุชิต สุขเจริญพงษ์
กองวิศวกรรมบริการ
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

หัวข้อการบรรยาย

- อุตสาหกรรมเหมืองแร่ และภารกิจของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
- งานรังวัดสำรวจในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ และบทบาทของเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับและเทคโนโลยีงานสำรวจสมัยใหม่
- การถ่ายโอนภารกิจงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับสู่ภาคเอกชน
- งานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับในพื้นที่ประกอบการเหมืองแร่
- แนวทางการตรวจสอบรายงาน
- แนะนำการใช้งานโปรแกรมวางแผนการบิน UGCS

อุตสาหกรรมเหมืองแร่ และภารกิจของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

- Personnel: 580
- Authority
 - Minerals Act B.E. 2560 (2017)
 - Industrial Works Act B.E. 2535 (1992)
 - Natural brine
 - Aggregate plants
 - Smelting or melting plants
- Permits: 1845
 - Mine & quarry 954
 - Processing plant 226
 - Aggregate plant 371
 - Smelting plant 75
 - Natural brine 219
- Mineral royalty: 3,752.9 million THB



ภารกิจ

- Visions
 - To ensure that mining and primary industries operate at high standards, socially and environmentally responsible, and able to respond to raw material demand of industrial sector
- Missions
 - To promote improvements in operations and technological R&D for the production of minerals, metals, and their compounds according to industrial demands
 - To improve concessional and control system to ensure legal compliance and high operational performance

ทรัพยากรแร่ของประเทศไทย

Stone

- Construction 306 billion t
- Industrial limestone 612 billion t

Energy

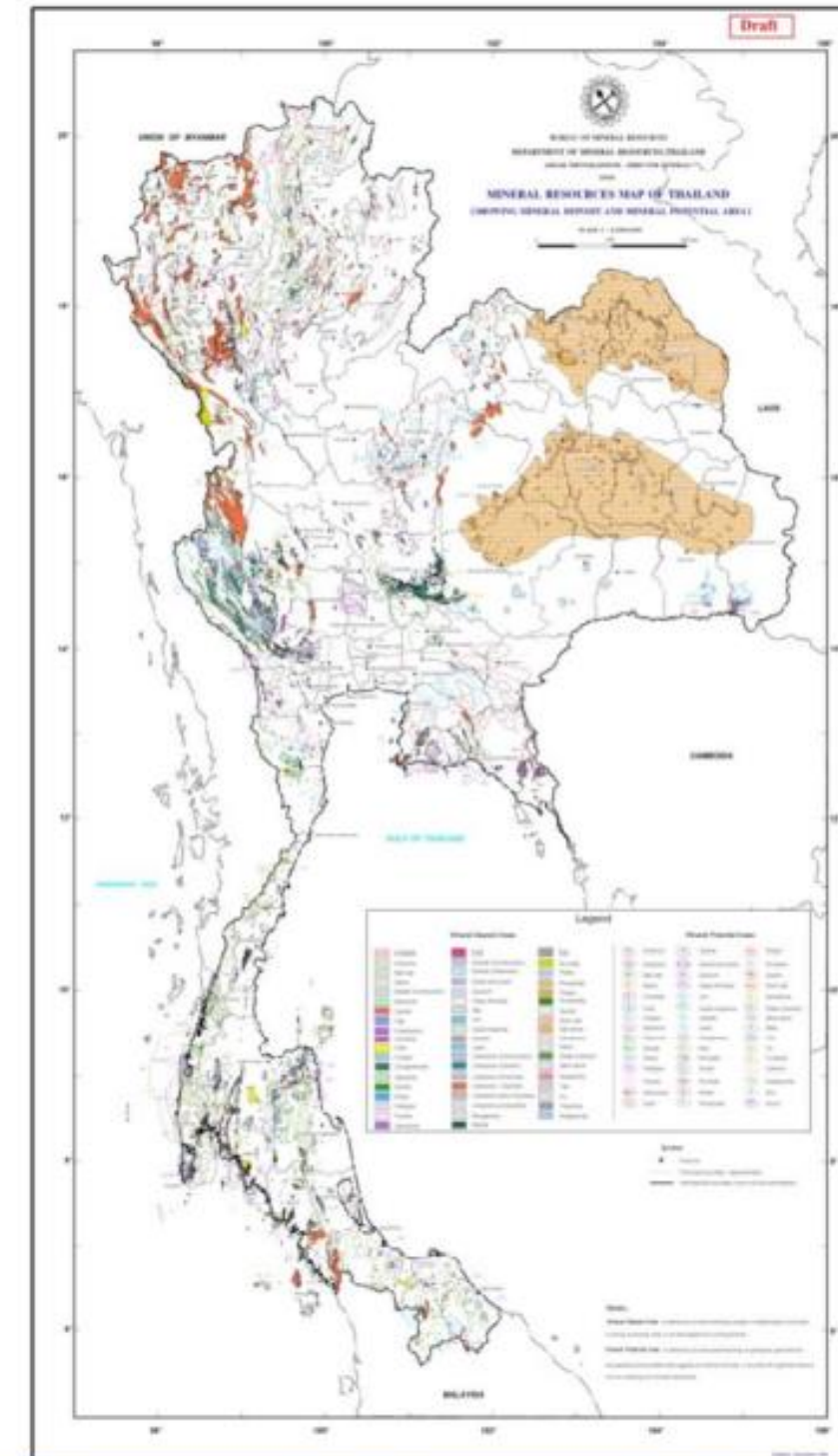
- Lignite 12 billion t

Non-metallic minerals

- Gypsum 400 million t
- Rock salt 18 trillion t
- Potash 400 billion t

Metallic minerals

- Zinc 5.4 billion t
- Iron 189 million t
- Gold 172 t



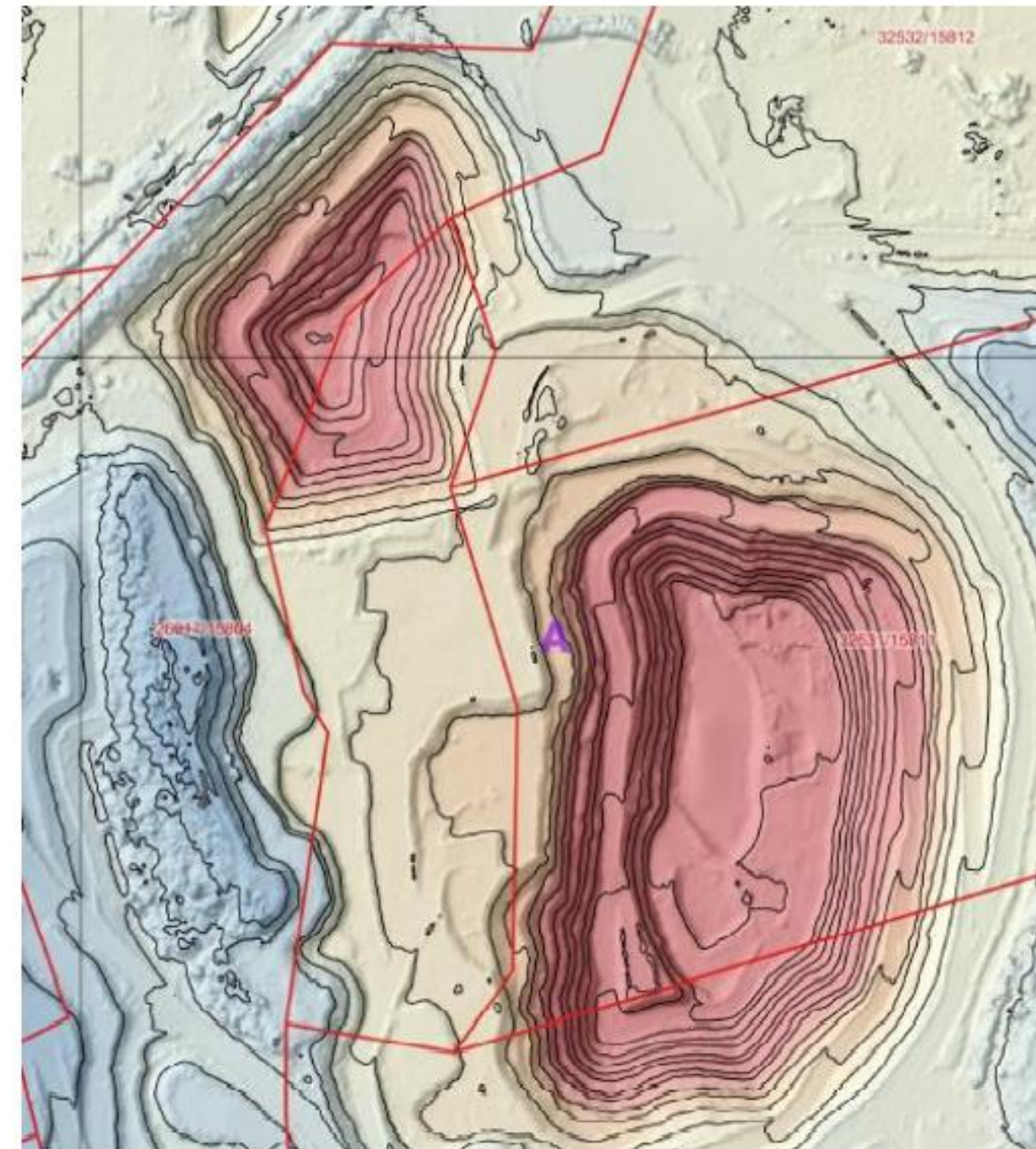
ภาพรวมอุตสาหกรรมแร่ของประเทศ (2561)

- Mining and quarrying 0.6% GDP
- 546 active mines and quarries
- Direct employment: 12,993
- Produced 38 types of minerals
- Total production value: 76.9 billion THB (2.4kUSD)
 - Industrial rock (approx. 140M t)
 - Limestone for cement production (64M t)
 - Lignite (15M t)
 - Others: stone for aggregate, gypsum, rock salt, silica sand, dolomite, shale, calcite, and feldspar

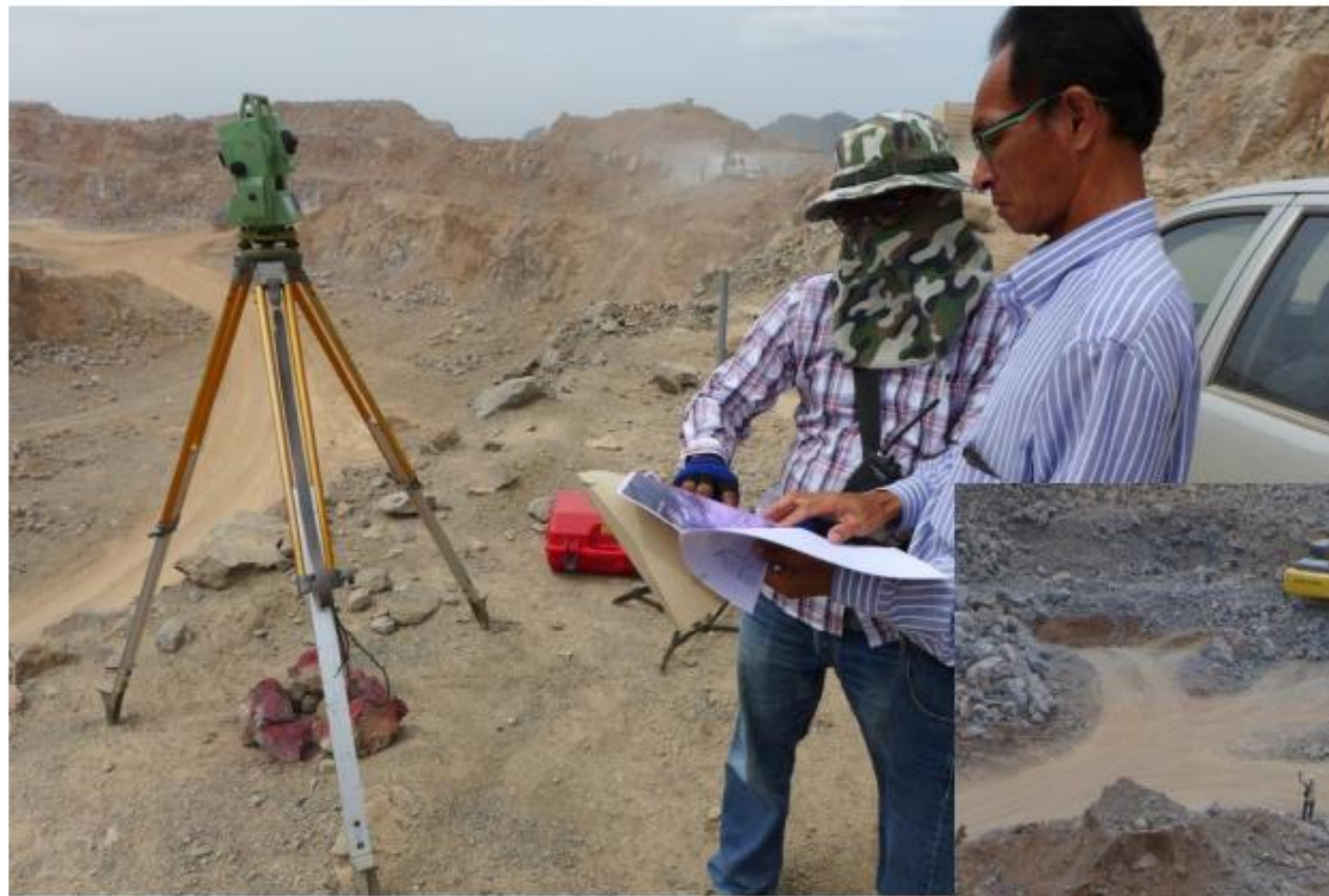
งานรังวัดสำรวจในอุตสาหกรรมเหมืองแร่

ภารกิจงานรังวัดสำรวจเหมืองแร่ในอดีต

- รังวัดค่าขอประทานบัตร
- ตรวจสอบแนวเขตเหมืองแร่
- จัดทำแผนที่ภูมิประเทศ
- รังวัดปริมาตรเพื่อการจัดเก็บค่าภาคหลวง



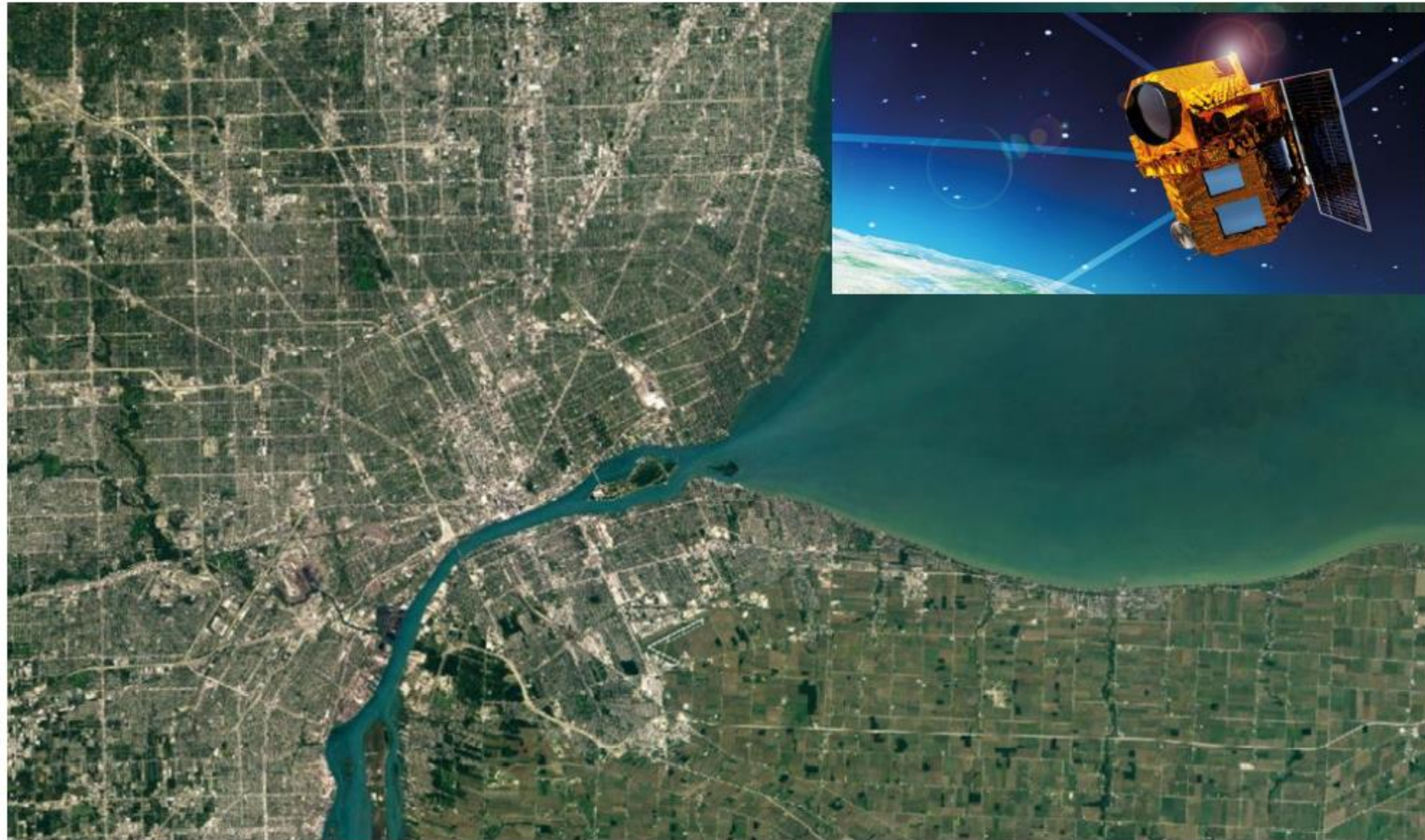
กล้องสำรวจประมวลผลรวม (Total Station)



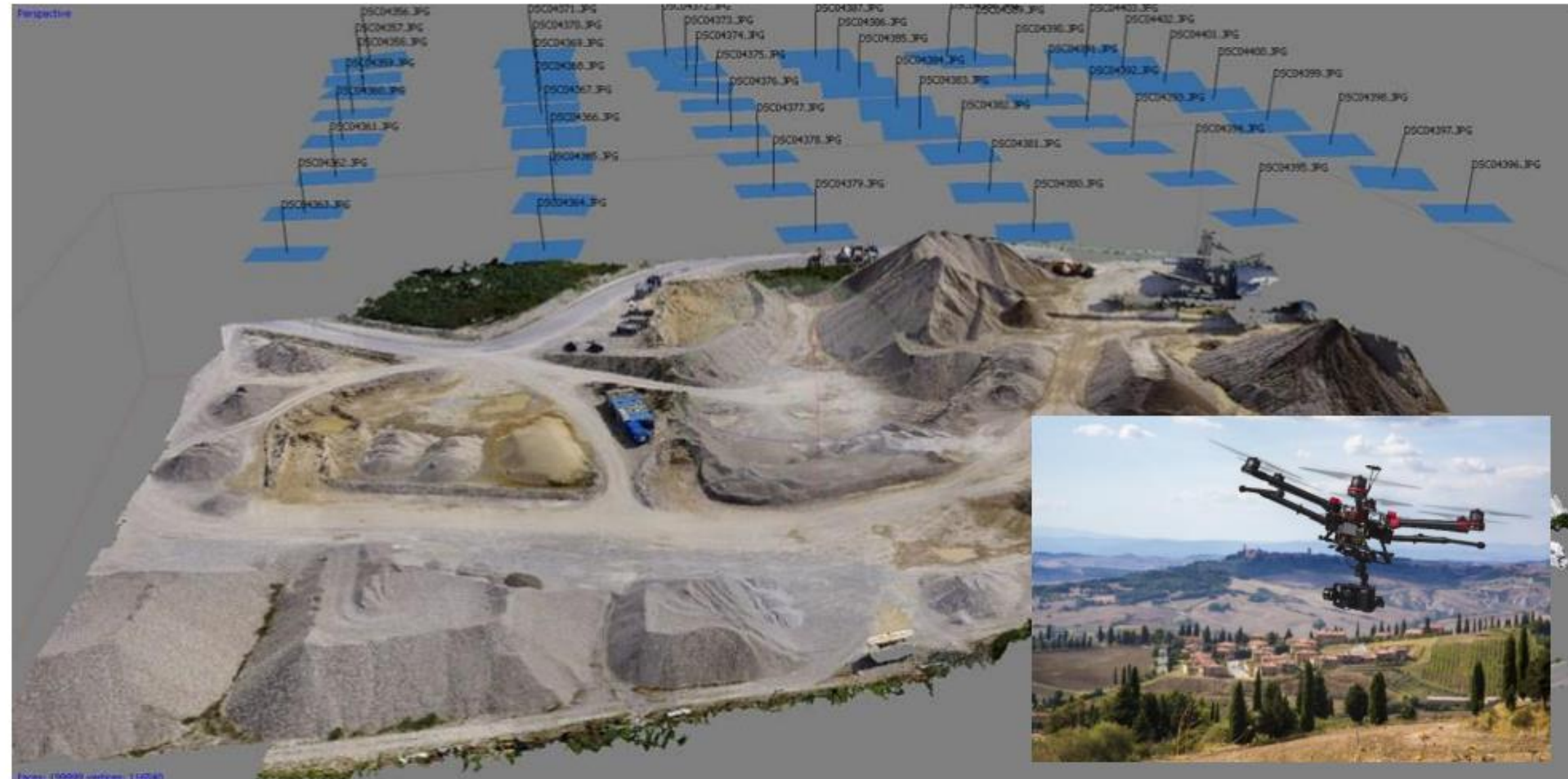
GNSS



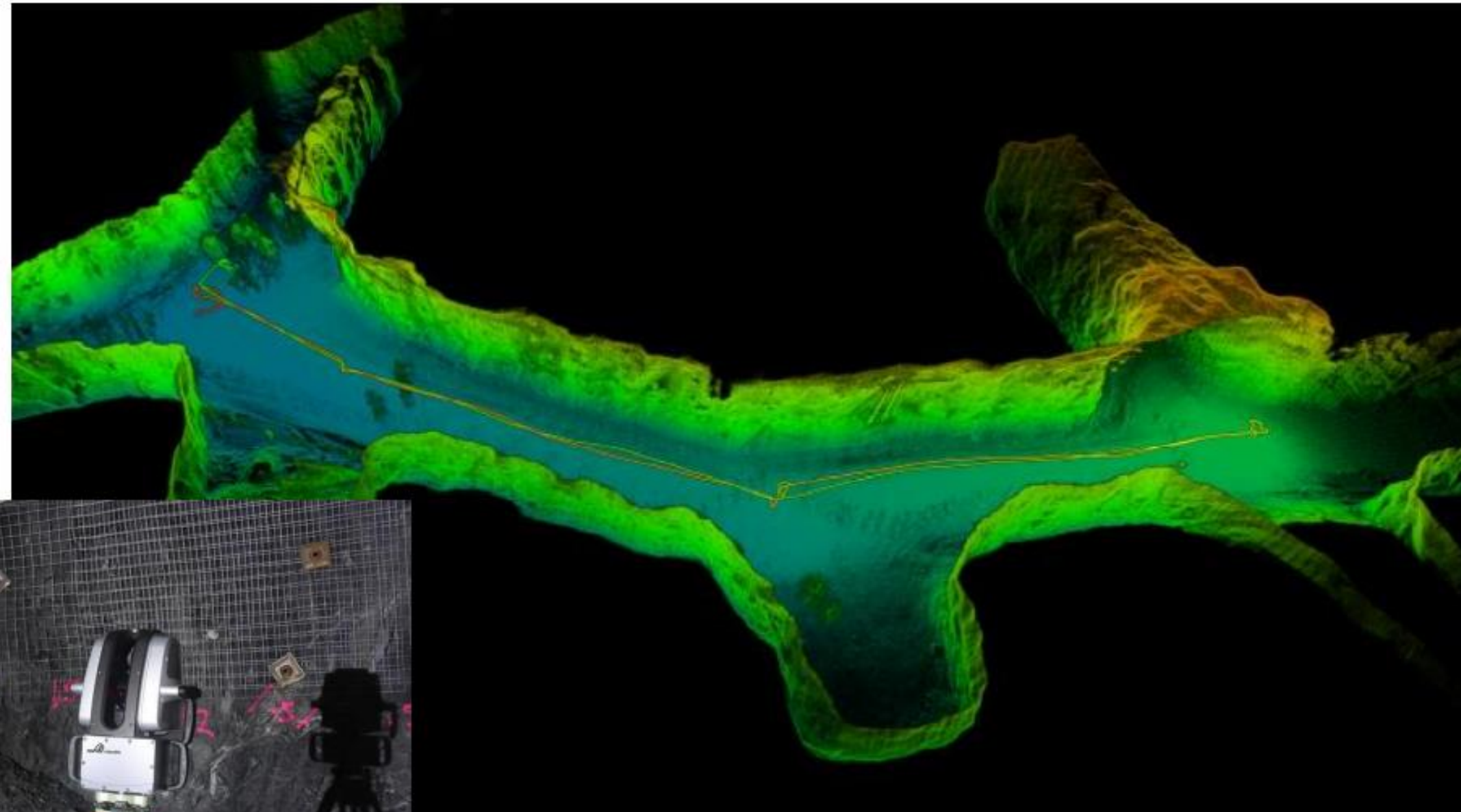
ภาพถ่ายทางอากาศ / ภาพถ่ายดาวเทียม



อากาศยานไร้คนขับ (UAV / Drone)

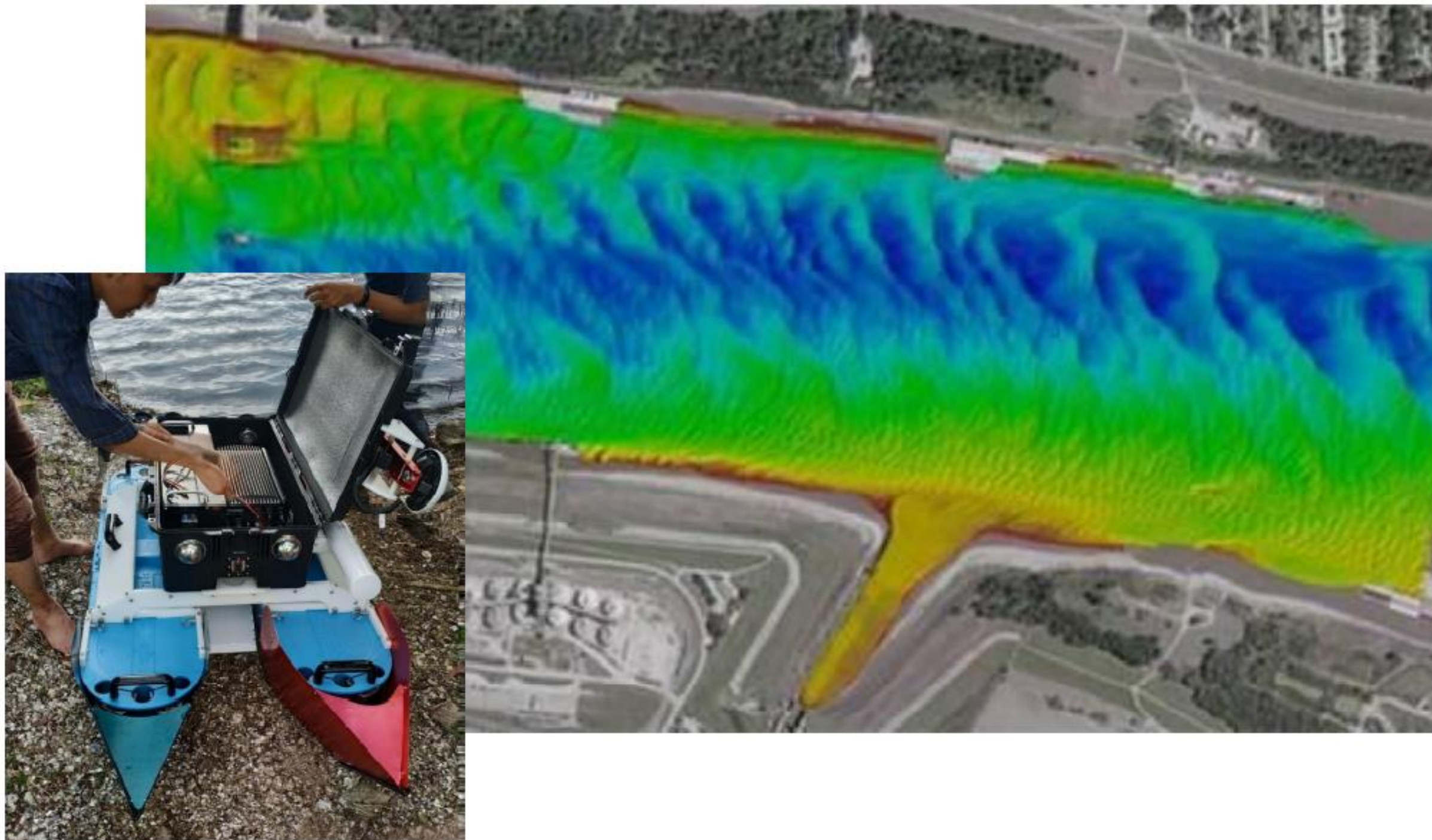


เครื่องสแกนสามมิติ (Terrestrial Laser Scanner)



ดร.อนุชิต สุาเจริญพงษ์ 22/04/2564

Sonar / Echosounder



Sonar / Echosounder



งานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับในอุตสาหกรรมเหมืองแร่

M ข่าวในพระราชสำนัก การเมือง เศรษฐกิจ ไร่ประมง ภูมิภาค ต่างประเทศ การศึกษา ไลฟ์สไตล์ กีฬา บันเทิง INTERNATIONAL

มีสารคดีระทึก คลิป ปรบวชขึ้น โพล - สกรกทานเต็ม ชาติพวงหนังสือ - อื่นๆ

เศรษฐกิจ

กพร. รุกใช้ "โดรน" ดูแลเหมืองแร่หินปูน-ยิปซัม

วันที่ 13 พฤศจิกายน 2559 - 15:54 น.

Facebook Twitter Google+ LINE



ติดตามเรา

Matchon Online - มติชนออนไลน์
1,434,370 likes

Like Page Contact Us

Be the first of your friends to like this

ข่าวเด่นประจำวัน

- เชอร์ไพรส์กันทั่ว นักร้องดัง ประกาศสัมพันธ์ 'ลำไย ไหทองคำ' วันที่ 7 ตุลาคม 2562 - 09:39 น.
- ชาวบ้านยื่น ที่ชายทะเลเฮียง ตีลา20ไร่ ชาย 460 ค่าน เป็นของ นายแพทย์ รพ.ดัง วันที่ 6 ตุลาคม 2562 - 19:51 น.
- 'กรมอุตุฯ' เตือนทั่วประเทศ '6-7 ต.ค.' อุณหภูมิลด ฝนตกหนัก รอยละ 40-60 ของพื้นที่... วันที่ 6 ตุลาคม 2562 - 22:06 น.

Source: https://www.matchon.co.th/economy/news_358302

งานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับในอุตสาหกรรมเหมืองแร่



ดร.อนันต์ สุขเจริญพงษ์ 22/04/2564

18

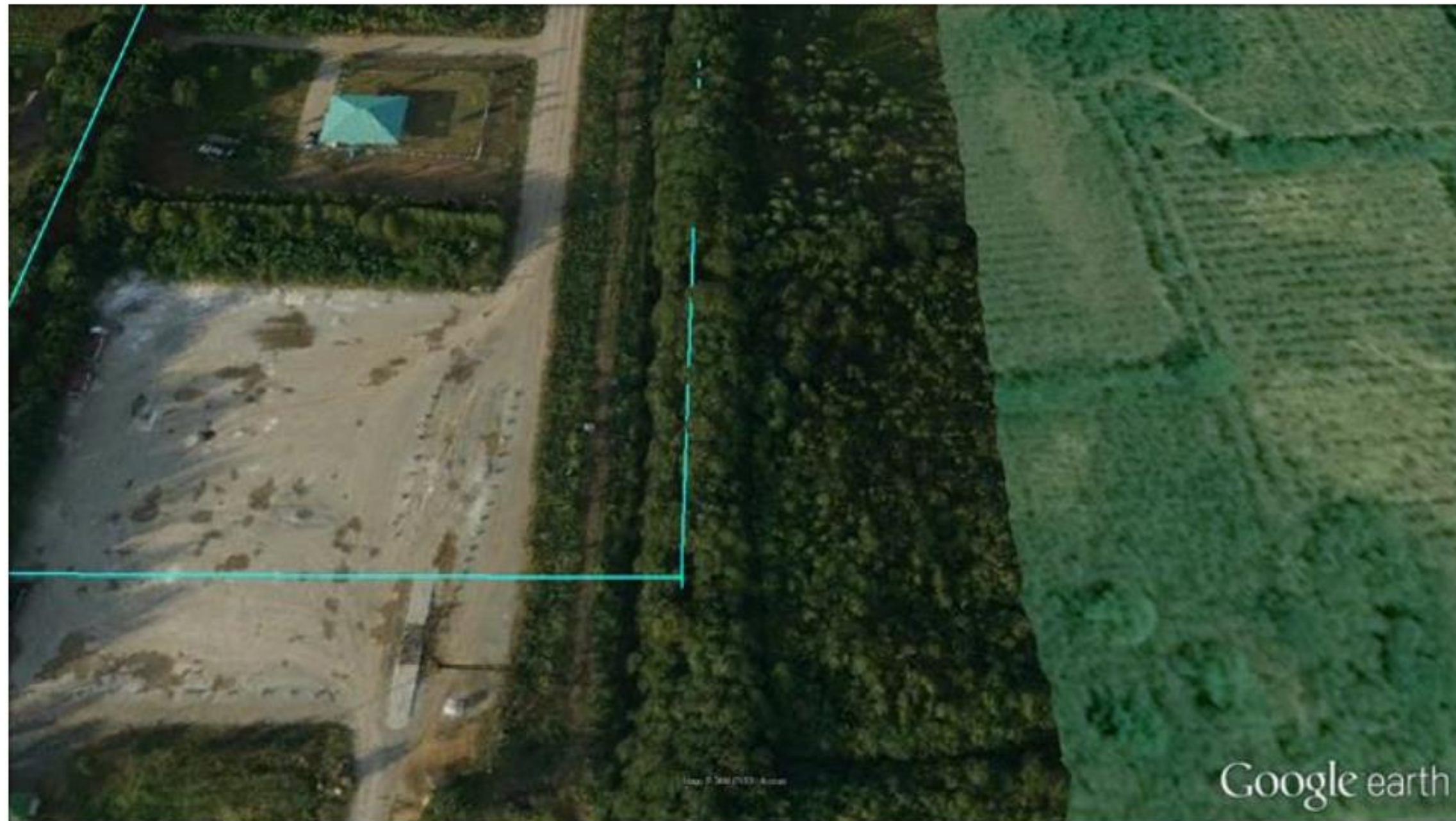
ข้อมูลจากงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ



ข้อมูลจากงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ



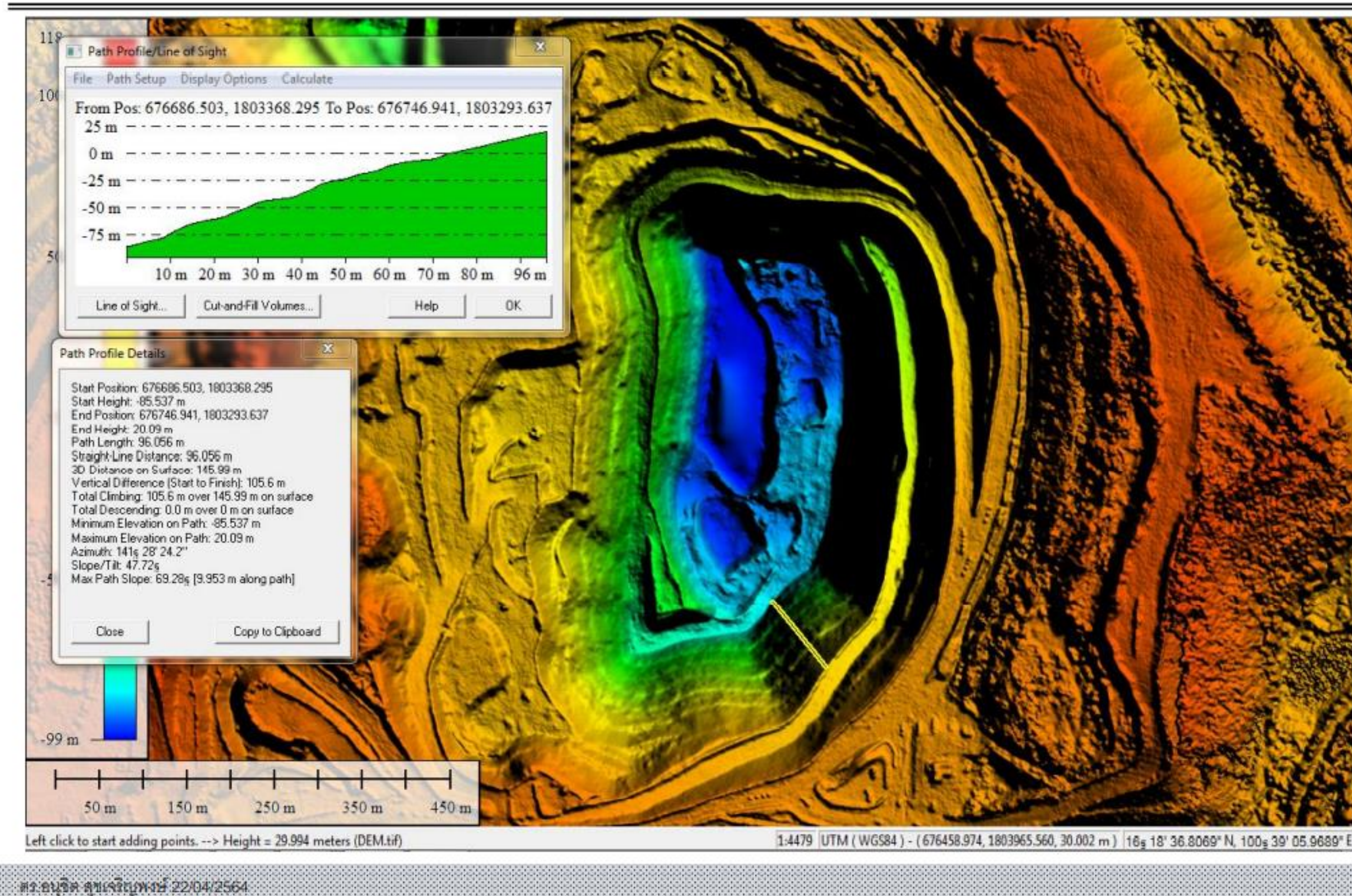
การตรวจสอบพื้นที่ประกอบการเหมืองแร่



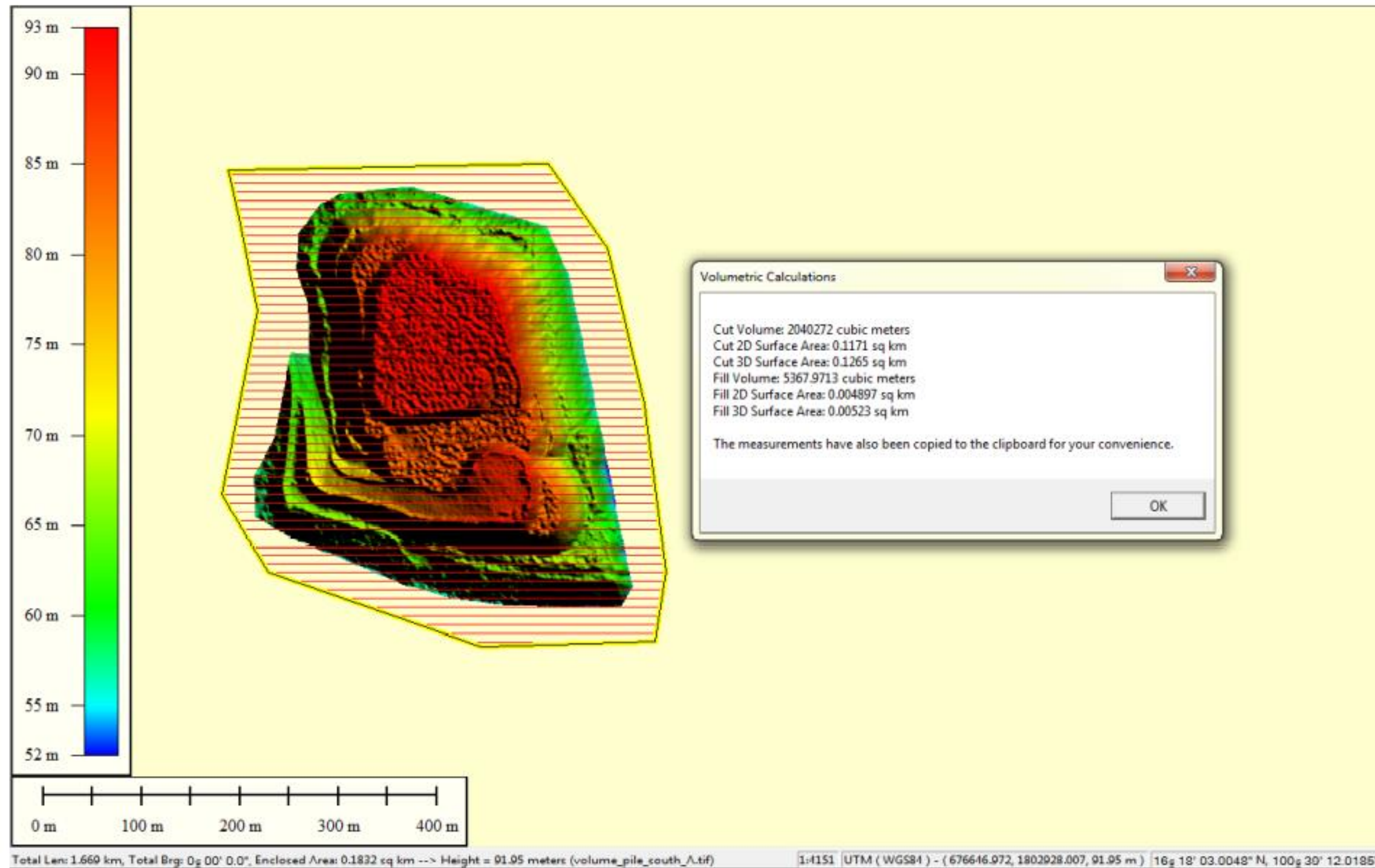
การตรวจสอบพื้นที่ประกอบการเหมืองแร่



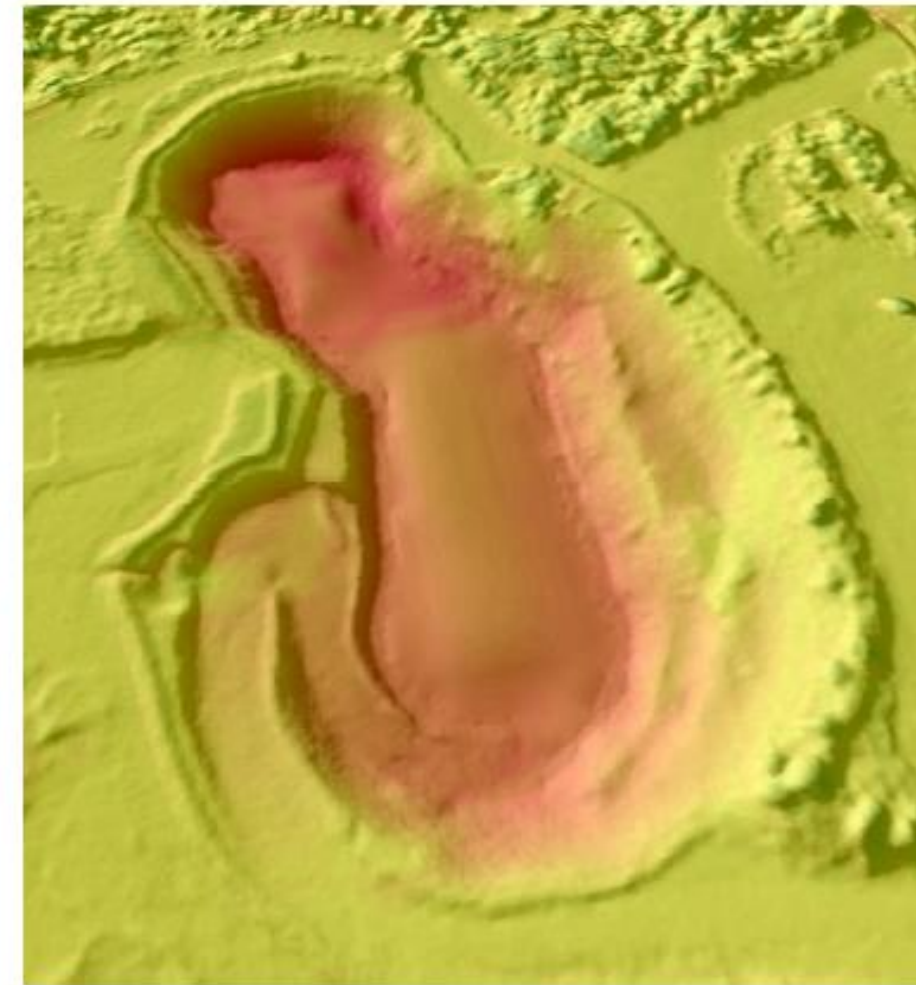
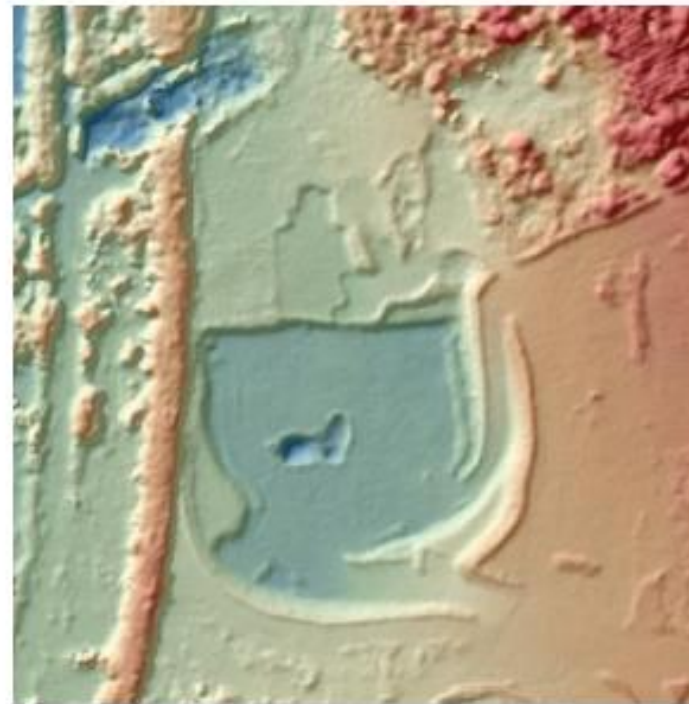
การตรวจสอบความปลอดภัยเชิงวิศวกรรม



การรังวัดปริมาตรกองแร่



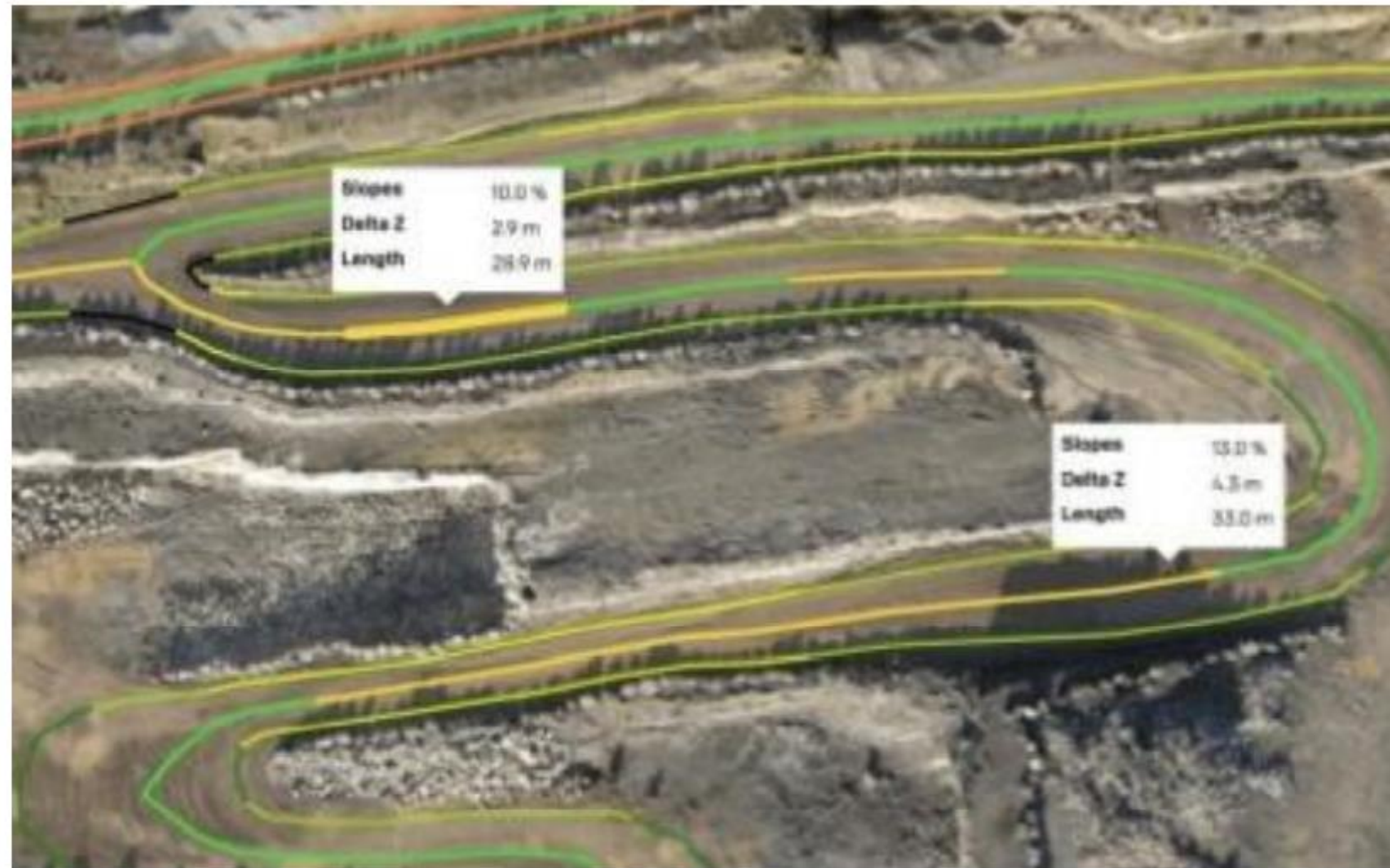
การคำนวณปริมาตรความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่



การตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่



การออกแบบถนน



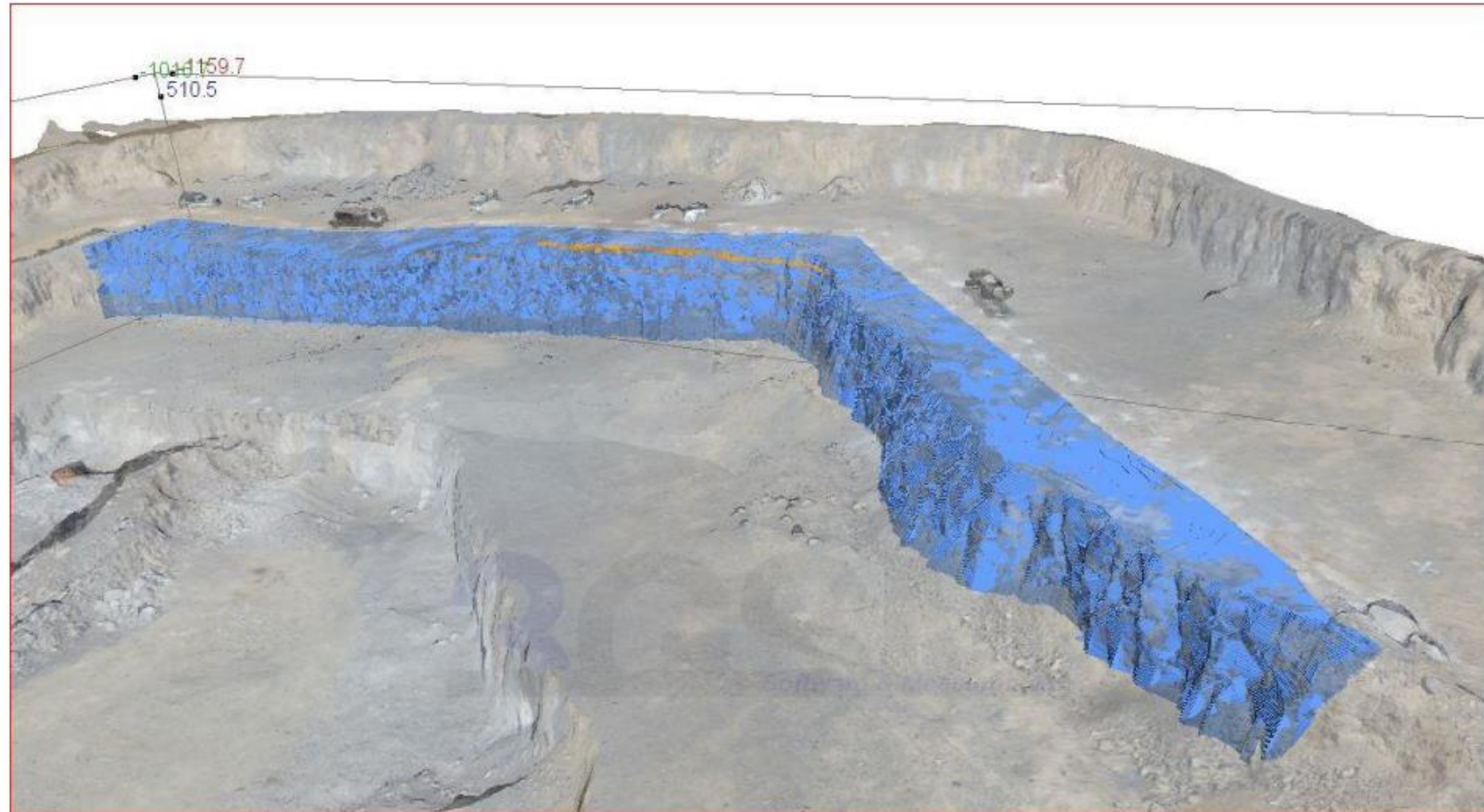
ระบบระบายน้ำและกำจัดน้ำ



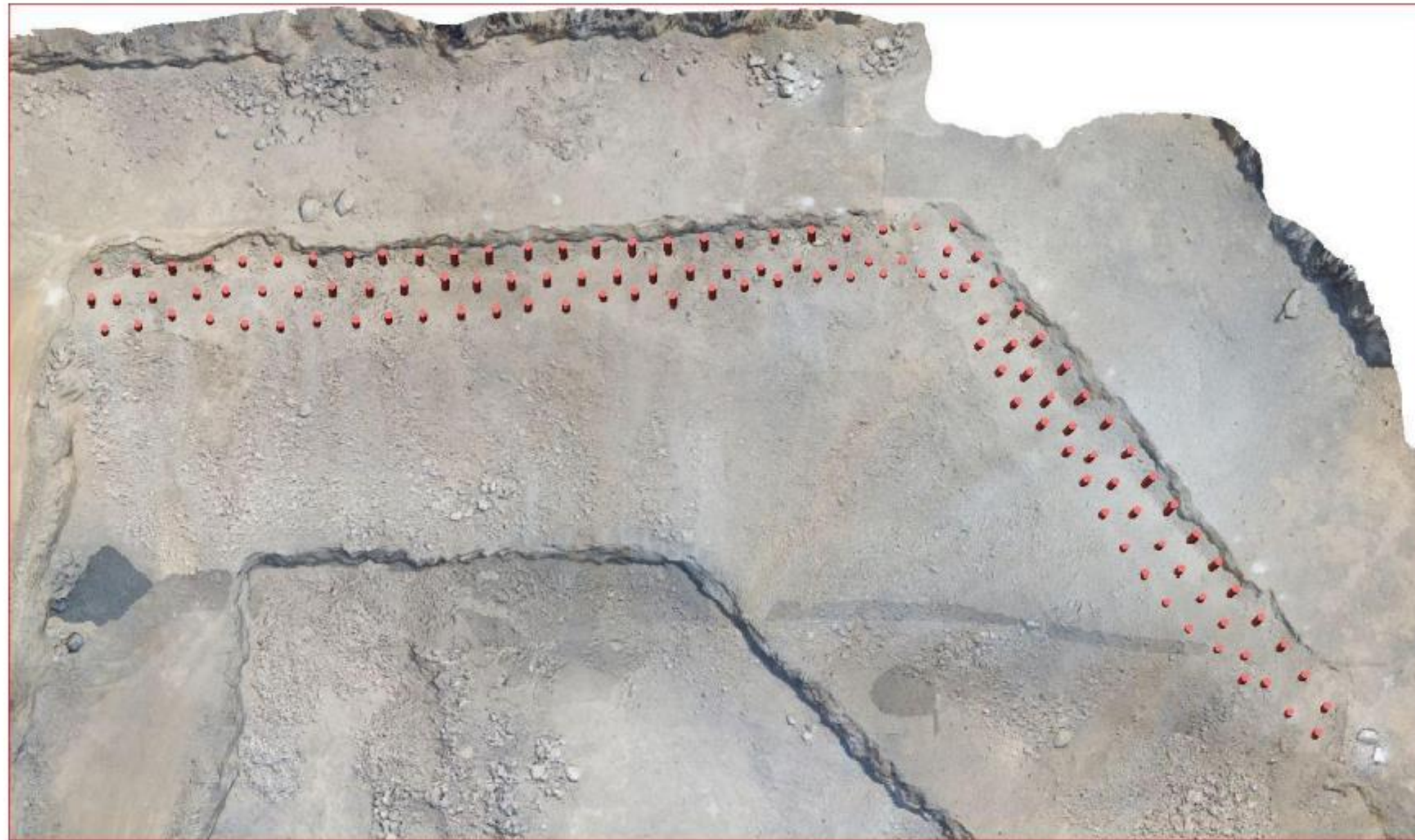
การออกแบบหน้าเหมือง



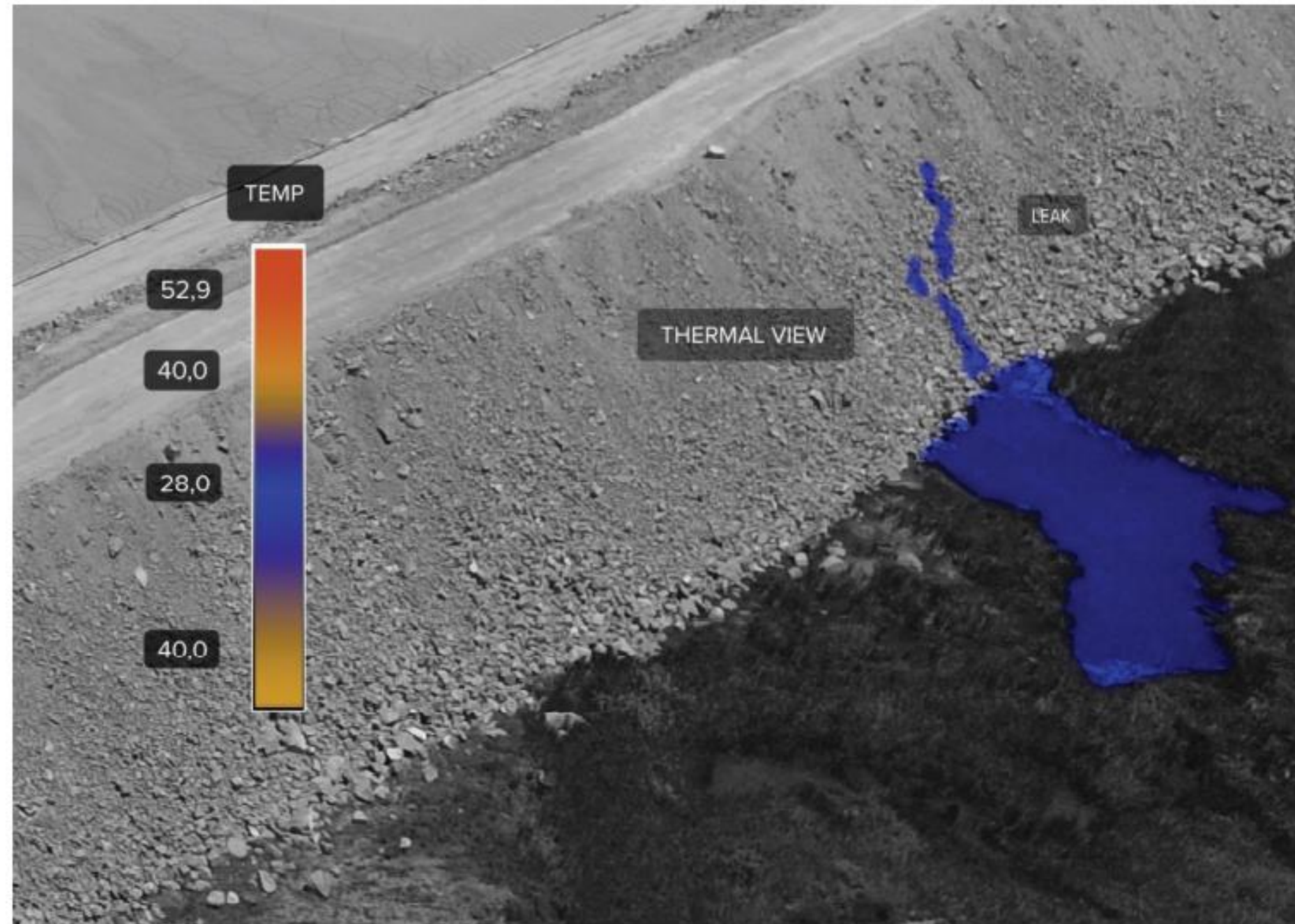
การเพิ่มประสิทธิภาพการเจาะระเบิด



การเพิ่มประสิทธิภาพการเจาะระเบิด



ตรวจหาการรั่วซึมด้วยการติดกล้อง Thermal

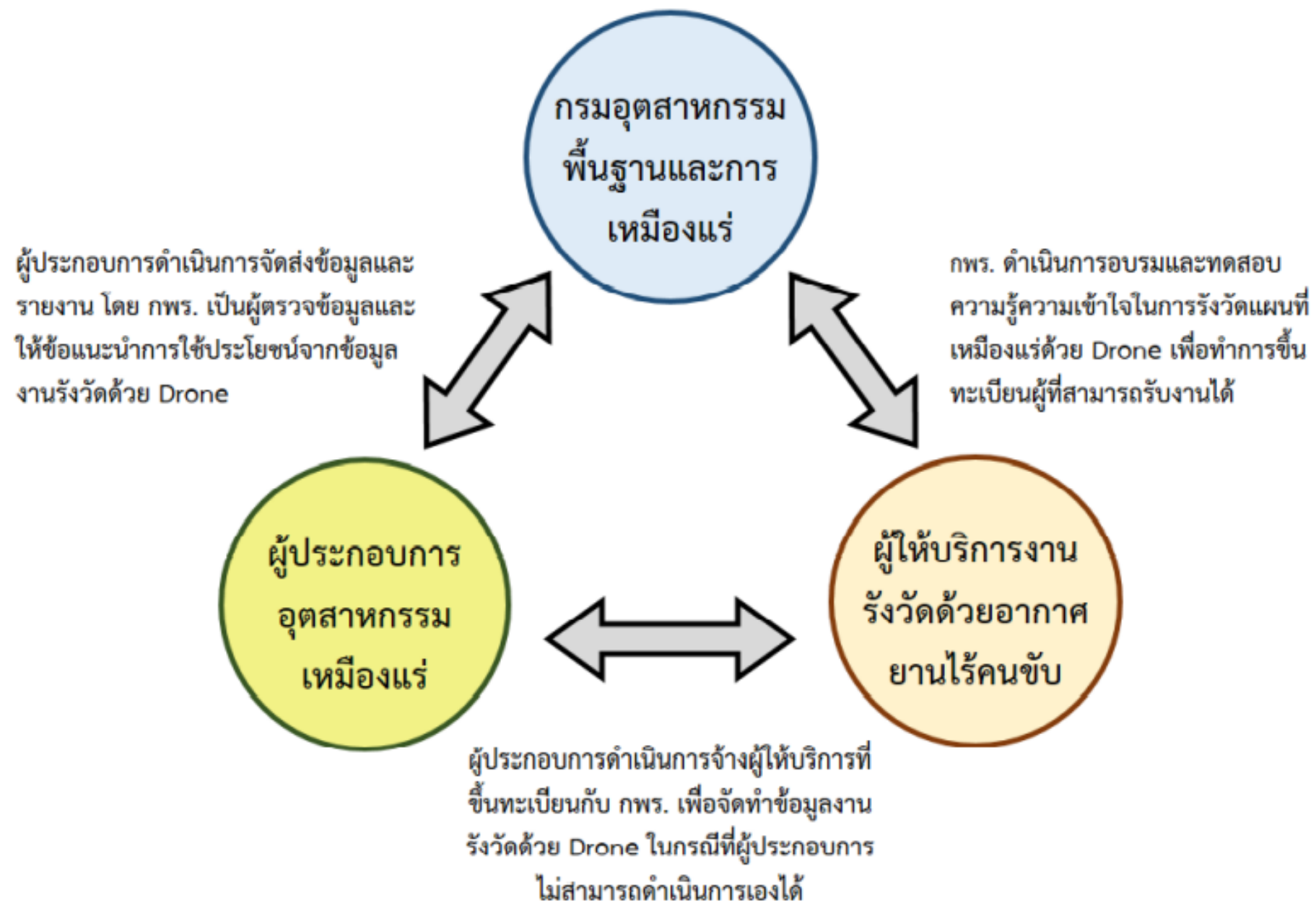


การถ่ายโอนภารกิจงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับสู่ภาคเอกชน

ที่มา

- กพร. ได้นำเทคโนโลยีการรังวัดสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV หรือ DRONE) มาใช้สนับสนุนในการตรวจสอบกำกับดูแลกิจการการทำเหมืองแร่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558
- สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ขจัดปัญหาการเข้าถึงพื้นที่ที่เข้าถึงยากหรือพื้นที่เสี่ยงอันตราย นำไปใช้ในการตรวจสอบการทำเหมืองที่ไม่ได้มาตรฐานตามหลักวิศวกรรมเหมืองแร่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การดำเนินการรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ เพื่อจัดทำแผนที่สำหรับพื้นที่ประทานบัตรเหมืองแร่ทั่วประเทศในทุกๆรอบปี นั้น สามารถทำได้ยาก เนื่องจากจำนวนผู้ปฏิบัติงานและงบประมาณที่มีจำกัด
- การโอนถ่ายภารกิจการรังวัดจัดทำข้อมูลภูมิประเทศด้วยอากาศยานไร้คนขับแก่ภาคเอกชน มีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการกำกับดูแลและการประเมินการชำระค่าภาคหลวงอย่างทั่วถึง มุ่งพัฒนาการดำเนินงานไปสู่การเป็น Smart regulator นอกจากนี้ ข้อมูลภูมิประเทศที่จัดทำด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- มีประโยชน์แก่ผู้ประกอบการในด้านการพัฒนากระบวนการทำงานในด้านการตรวจสอบขอบเขตพื้นที่ประกอบการ การออกแบบหน้าเหมือง และการประเมินปริมาตรสำรองแร่

การดำเนินการในแต่ละภาคส่วน



ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้อง

1. ประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการรายงานการทำเหมือง พ.ศ. 2562
2. ประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ พ.ศ. 2563
3. ประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง การรายงานข้อมูลงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ
4. ประกาศกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการรายงานการทำเหมือง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2563



1



2



3



4

หลักเกณฑ์และวิธีการรายงานการทำเหมือง

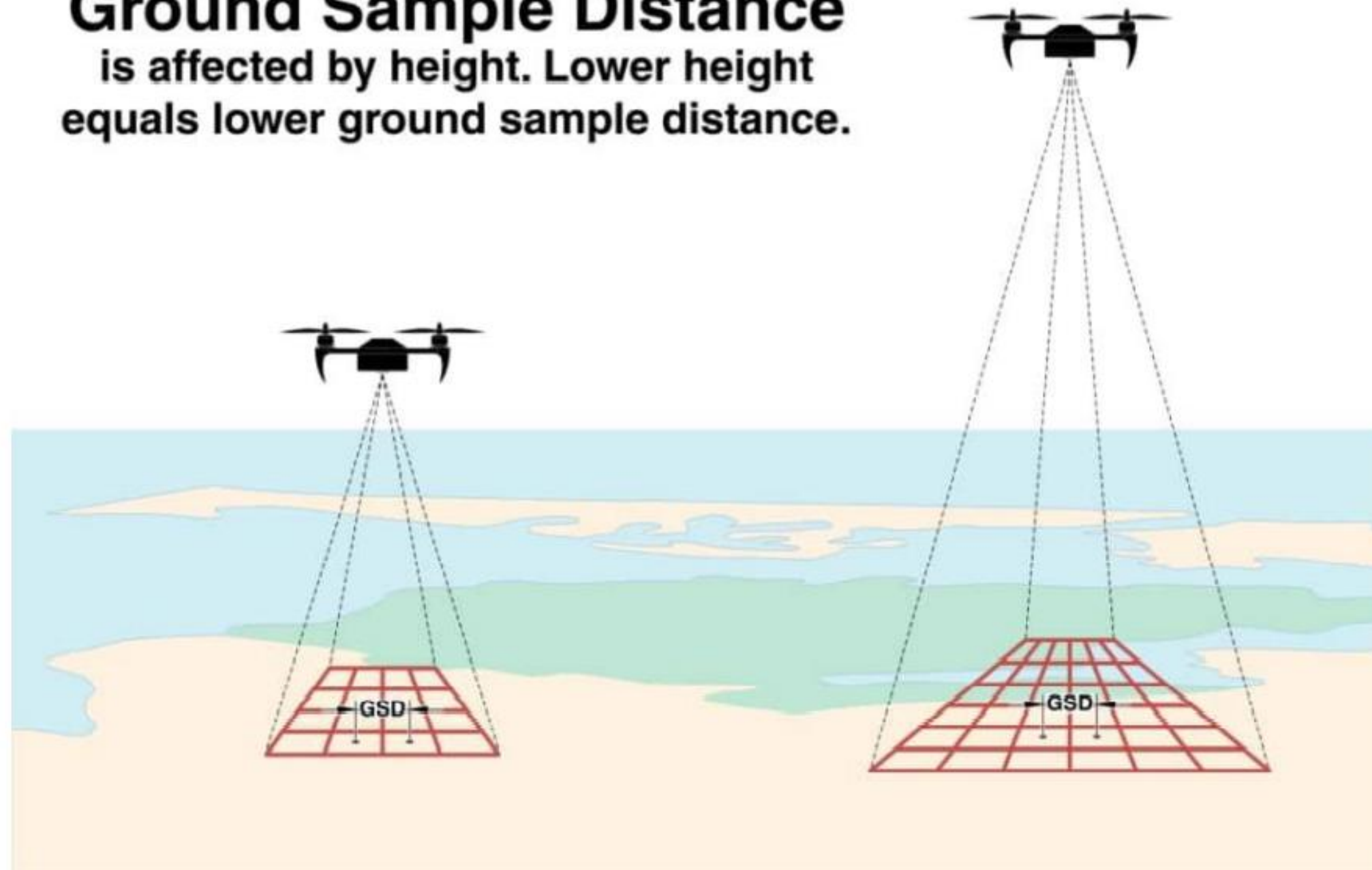
- การทำเหมืองประเภทที่ 1 ให้รายงานปีละ 1 ครั้ง การทำเหมืองประเภทที่ 2 และประเภทที่ 3 รายงานปีละ 2 ครั้ง
- ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการรังวัดภูมิประเทศพื้นที่ประทานบัตรด้วยตนเองหรือจะทำการจ้างผู้ให้บริการจากภายนอกก็ได้
- การรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับต้องดำเนินการภายใต้ความควบคุมของผู้ที่อธิบดีกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เห็นชอบ
- รายละเอียดการจัดทำข้อมูลรายงาน และข้อกำหนดการรังวัดภูมิประเทศพื้นที่ประทานบัตรด้วยอากาศยานไร้คนขับ เป็นไปตามแนบท้ายประกาศฯ

การจัดทำข้อมูลงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ

- GSD ไม่เกิน 7.5 cm
- Overlap / Front overlap ไม่น้อยกว่า 85%
- Sidelap / Side overlap ไม่น้อยกว่า 75%
- เป้าบังคับภาพถ่าย (GCP) ไม่ต่ำกว่า 5 จุด ในพื้นที่ที่มีการทำเหมือง ในกรณีที่พื้นที่การทำเหมืองมีขนาดใหญ่ ให้ทำการวางเป้าบังคับภาพถ่ายไม่ต่ำกว่า 5 จุด ต่อตารางกิโลเมตร
- ความคลาดเคลื่อนของวิธีการรังวัดเป้าบังคับภาพถ่าย
 - แนวราบไม่เกิน 3 cm
 - แนวตั้งไม่เกิน 5 cm
- อ้างอิงเป้าบังคับภาพถ่ายจากหมุดหลักฐานของหน่วยงานภาครัฐ (กรมแผนที่ทหาร)

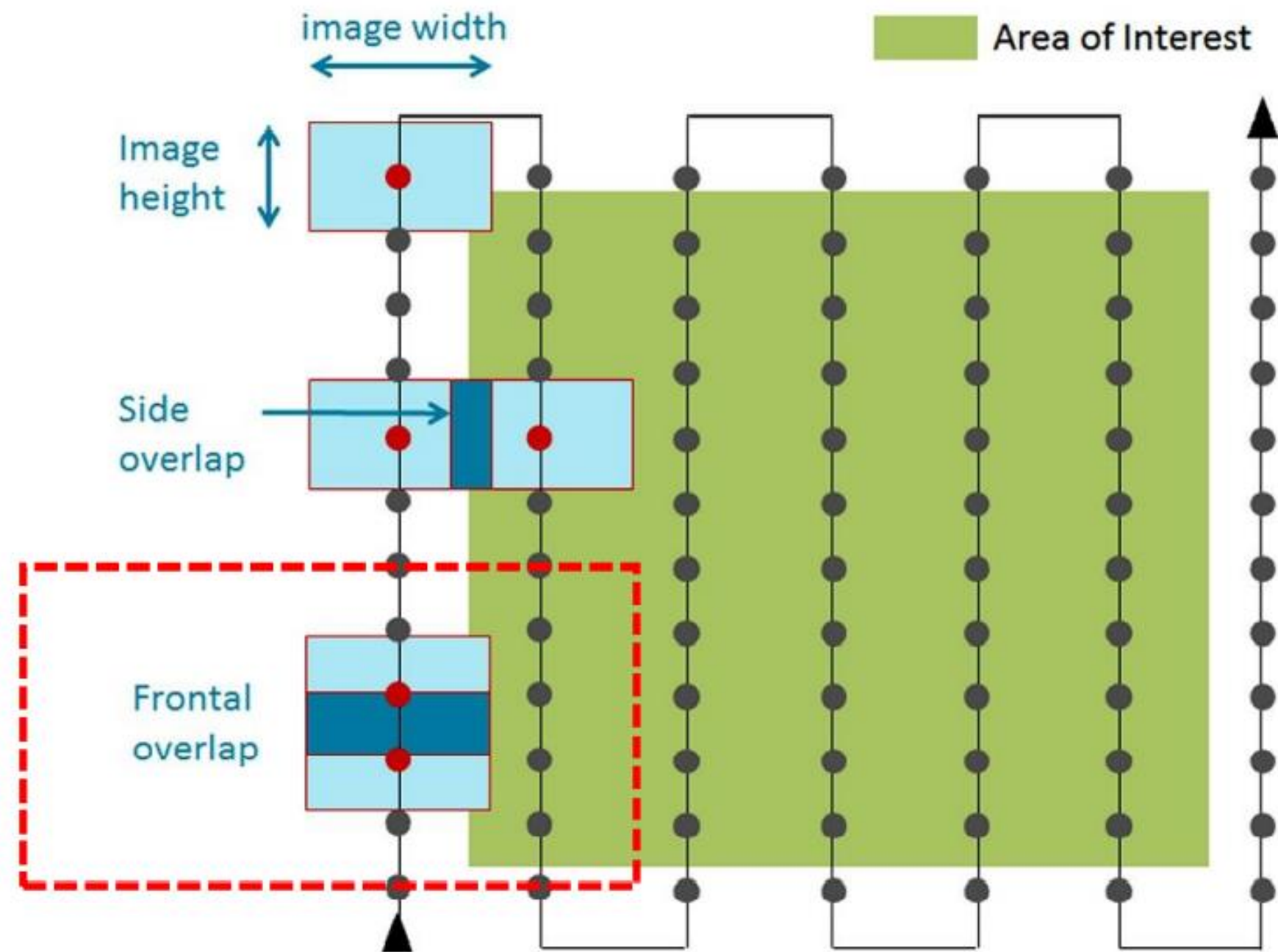
รายละเอียดการจัดทำข้อมูล - GSD 7.5 cm

Ground Sample Distance
is affected by height. Lower height
equals lower ground sample distance.

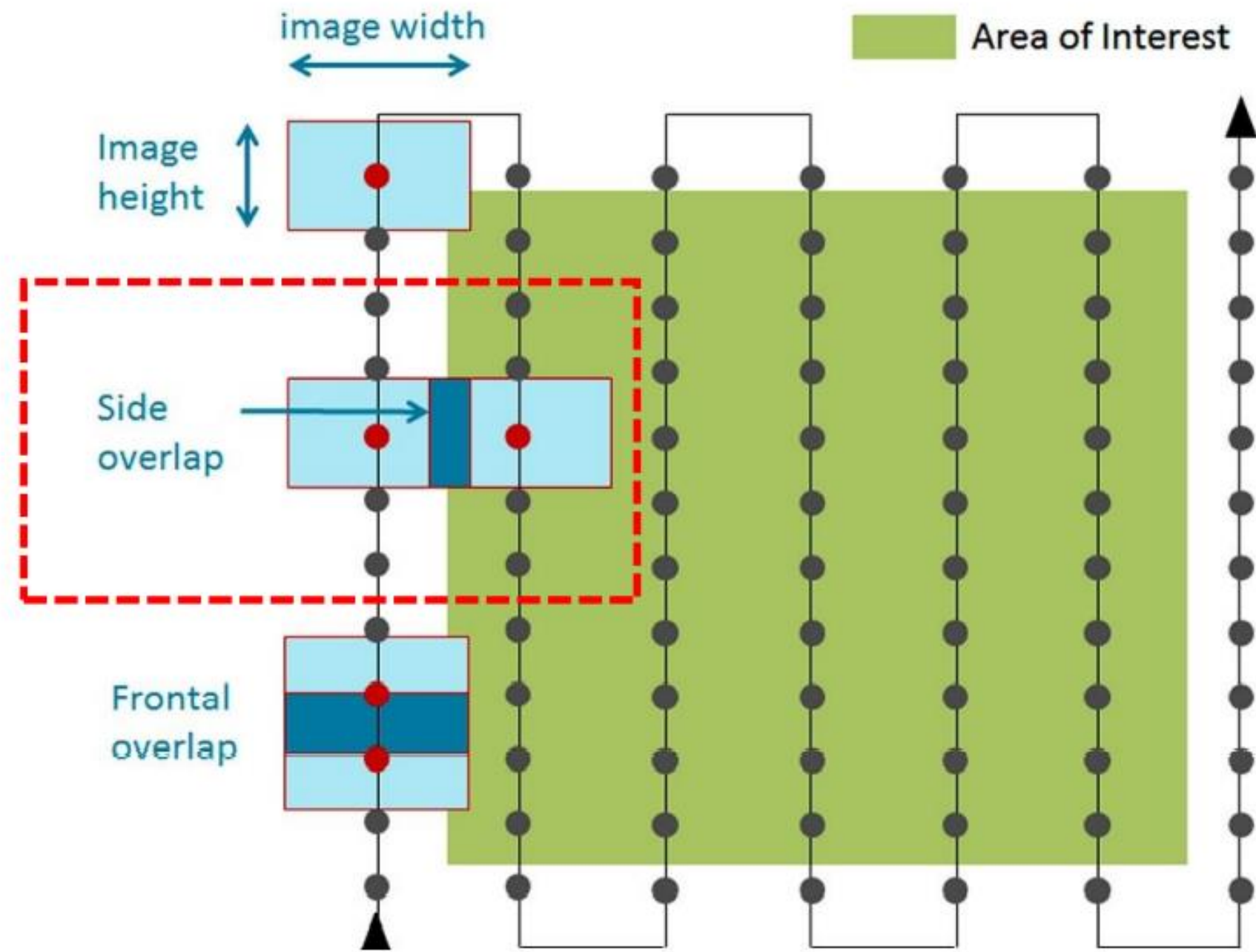


Copyright © Aviasist Pty Ltd 2016

รายละเอียดการจัดทำข้อมูล - Overlap 85%



รายละเอียดการจัดทำข้อมูล - Sidelap 75%



การวางเข้าบังคับถ่ายภาพ - 5 จุด / ตร.กม.



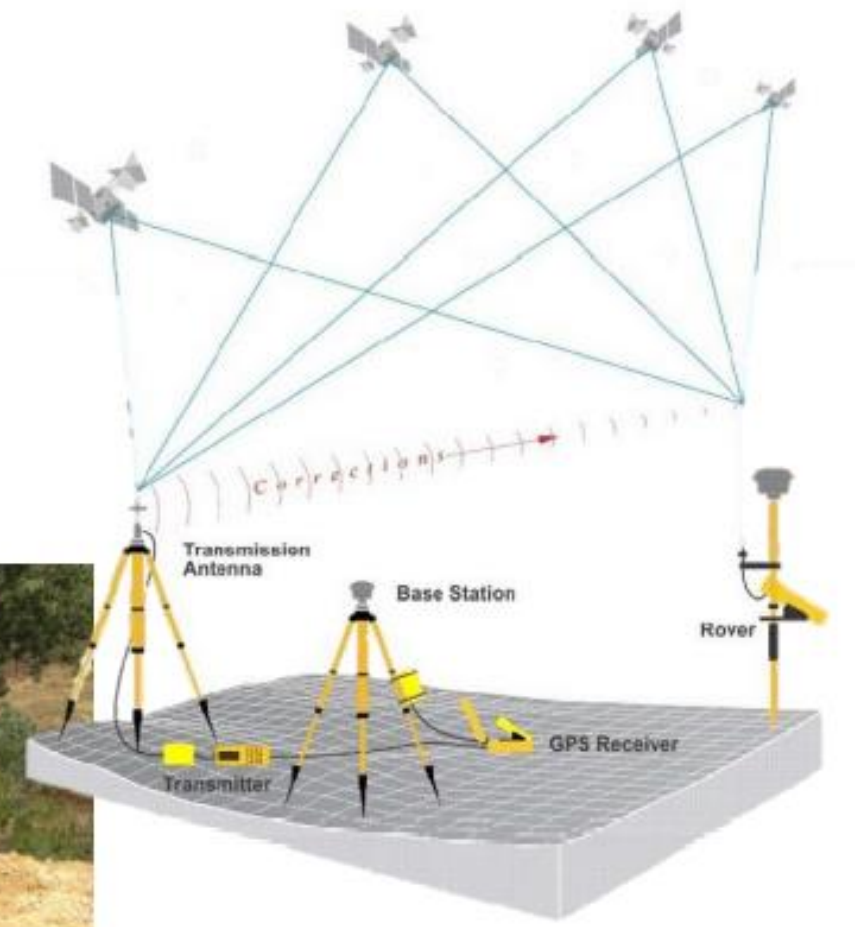
ความคลาดเคลื่อนของวิธีการรังวัดเข้าบังค์ภาพถ่าย - Hz:3cm, V:5cm

Handheld GPS
(5 – 10 m)



RTK GNSS
(1 cm ± 2ppm horizontal, 2cm ± 2ppm vertical)

Static GNSS
(3mm ± 1 ppm horizontal, 5mm ± 1 ppm vertical)



การโยนยัดค่าพิกัดสำหรับงานรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม



โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพย์สินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
พิกัดเขตพิกัด A102802

ระบบพิกัดเวกเตอร์ พิกัดดาวเทียม เมอร์คاتور

พิกัดฐานอ้างอิง WGS 84 พิกัดจุด A102862	พิกัดฐานอ้างอิงเดิม 1975 พิกัดจุด A102862
E 627,036.010 ม. โยน 47	E 627,368.426 ม. โยน 47
N 1,684,055.526 ม.	N 1,683,752.377 ม.
H -18.403 ม.	H -8.951 ม.

ระดับสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง H = 15.341 ม.

พิกัดหลักฐานแผนที่ทหารที่ระบุไว้			พิกัดอ้างอิง		
ค่า X (ม.)	ค่า Y (ม.)	ค่า Z (ม.)	1) เหนือ	ระยะทาง	2) เหนือ
			140	18.73	
			230	13.05	
			266	31.40	

คำอธิบายประกอบพิกัดหลักฐาน (Description)
ทั่วไป จากข้อมูลแผนที่แสดงตำแหน่งพิกัด 1 มุมตั้งข้างเหนือเป็นมุม ปิกัดพิกัด 1/2 องศา
 ส่วนการแสดงผลทางด้านซ้ายคือระดับเหนือระดับปานกลาง 15.341 เมตร
 หน่วยข้อมูลเป็นเมตรทั้งหมด

การจัดส่งข้อมูลงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ

- จัดส่งพร้อมกับรายงานการทำเหมืองประจำเดือน
- แบ่งการจัดส่งเป็น รายงานเอกสาร / ไฟล์ที่เกี่ยวข้อง
- ข้อมูลที่แสดงในรายงาน
 - แผนที่ภาพถ่าย
 - แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงภูมิประเทศ + ค่าแนวปริมาณที่เปลี่ยนไปจากการทำเหมือง
 - รายละเอียดการรังวัดหมุดควบคุมภาพถ่าย (เครื่องมือ, วิธีการ, หมุดหลักฐานที่ใช้อ้างอิง)
 - รายละเอียดการลงทะเบียนและการทำประกันของอากาศยานไร้คนขับที่ใช้
 - รับรองโดยผู้ควบคุมงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- ไฟล์ที่เกี่ยวข้อง
 - ภาพถ่ายแนวตั้ง (Orthophoto) ความละเอียด 10 cm
 - ภาพแบบจำลองความสูง (DEM) ความละเอียด 50 cm
 - ข้อมูลภาพดิบ ที่ใส่ค่าพิกัดจุดเปิดถ่ายภาพแล้ว (geotagged images)
 - ค่าพิกัดเข้าบังคับภาพถ่ายที่ใช้

การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ

1. ประเภททั่วไป

คือผู้ขึ้นทะเบียนที่สามารถปฏิบัติงานได้ในสถานประกอบการเหมืองแร่ทั่วประเทศ โดยอาจจะขึ้นทะเบียนในนามบุคคลธรรมดาทั่วไป หรือเป็นผู้ที่บริษัทผู้ให้บริการจัดทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับส่งมาก็ได้

2. ประเภทที่ได้รับมอบหมายจากผู้ประกอบการเหมืองแร่

คือผู้ขึ้นทะเบียนที่ผู้ประกอบการเหมืองแร่ส่งเข้ารับการอบรมและทดสอบความสามารถ โดยสามารถปฏิบัติงานได้เฉพาะในสถานประกอบการเหมืองแร่รายที่ทำกรรับรองเท่านั้น

ผู้ควบคุมงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ

- ข้อกำหนดในการพิจารณาคุณสมบัติของผู้สมัคร
 - หนังสือรับรองการทำงาน / หนังสือแสดงการขึ้นทะเบียนนิติบุคคล
 - ผลงานที่ใช้นำเสนอ
- เกณฑ์การประเมินความรู้ความสามารถ
 - การสอบวัดความรู้ความสามารถ
 - การสอบสัมภาษณ์ / ภาคปฏิบัติ
- เงื่อนไขในการเพิกถอนใบอนุญาตที่แตกต่างกัน
- การประกาศรายชื่อผู้ได้รับการขึ้นทะเบียนฯ

หัวข้อการทดสอบเพื่อวัดความรู้

- อำนาจหน้าที่ ความรับผิดชอบ และจรรยาบรรณของผู้ที่ได้รับการขึ้นทะเบียน การปฏิบัติงานรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- ด้านกฎหมาย
 - พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ.2560
 - พระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ.2497
 - ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่องหลักเกณฑ์การอนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ.2558
 - กฎหมายและระเบียบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะ ในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ
 - องค์ประกอบ และหลักการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ
 - ทักษะในการบังคับอากาศยานไร้คนขับ ในสภาพภูมิประเทศที่มีระดับความสูงที่แตกต่างกัน
 - ความรู้ ความเข้าใจ การตั้งค่ากล้องถ่ายภาพของอากาศยานไร้คนขับ

หัวข้อการทดสอบเพื่อวัดความรู้ (2)

- ความรู้ ความเข้าใจ เรื่องแผนที่ พื้นหลักฐาน ระบบพิกัด และภาพถ่ายทางอากาศ
 - พื้นหลักฐานทางราบ และพื้นหลักฐานทางตั้ง
 - ระบบพิกัดและการแปลงระบบพิกัด
 - ภาพถ่ายทางอากาศและการนำไปใช้งาน
- ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะ การบินถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ เพื่อรังวัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่ภูมิประเทศ
 - ความรู้ ความเข้าใจในด้านสภาพภูมิประเทศของพื้นที่เหมืองแร่
 - ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวางแผนการบินและควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับ
 - การวางแผนการบิน เช่น การซ้อนกันระหว่างแนวบิน (Sidelap) การซ้อนกันในแนวบิน (Overlap) ค่าความละเอียดของภาพ (GSD) เป็นต้น
 - การกำหนดตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)
- การตรวจสอบความปลอดภัยก่อนการบังคับหรือปล่อยอากาศยานไร้คนขับ

หัวข้อการทดสอบเพื่อวัดความรู้ (3)

- ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS
 - หลักการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS
 - การรังวัดแบบสถิต (Static) การรังวัดแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Fast Static) และการรังวัดแบบจลน์ในทันที (RTK)
- ความรู้ ความเข้าใจ และเทคนิคการประมวลผลข้อมูล
 - การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนและหลังจากการประมวลผล
 - การประมวลผลที่ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด
 - หลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผล
- การจัดส่งข้อมูลและรายงาน
 - รูปแบบการจัดส่งข้อมูล
 - ประเภทของข้อมูล
 - องค์ประกอบของรายงาน








การวางแผนการบินด้วยโปรแกรม UGCS

หน้าต่างหลักโปรแกรม UGCS

The screenshot shows the UGCS mission planning interface. Key elements include:

- 1:** The main 3D terrain view showing the mission area and drone flight paths.
- 2:** The left sidebar containing various tool settings for the Emucopter route, such as flight speed, camera parameters, and altitude.
- 3:** A detailed view of the photogrammetry tool settings, including ground resolution, forward and side overlap, and camera direction.
- 4:** The top right corner showing drone status (EMU-101, EMU-102) and telemetry data.
- 5:** A panel for drone commands, including options to Arm, Disarm, Auto Mode, Hold, Continue, Manual Mode, Land, Click & Go, Return Home, and Joystick, as well as an Emergency Land button.
- 6:** A route information window showing the name 'Emucopter route', area (13.24 ha), footprint (40.00 m x 29.50 m), number of waypoints (69), number of passes (14), and camera triggering settings.
- 7:** An elevation profile window showing a graph of altitude over distance, with statistics like distance (5.0 km), duration (00:09:08), and waypoint count (71).
- 8:** A log window showing a sequence of system messages, such as route upload success, elevation warnings, and mode changes.

ส่วนประกอบหน้าต่างหลัก

1. แถบเมนูสำหรับการปรับตั้งค่าการทำงานและการแสดงผลของโปรแกรม
 -  – เข้าเมนูการปรับแต่งค่าการทำงานของโปรแกรม
 -  – ไปยังหน้าการปรับแต่งการแสดงผลของแผนที่
2. แถบแสดงแผนการบิน (Route) – กด  เพื่อสร้างแผนการบินใหม่
3. เมนูชนิดการบินสำหรับสร้างคำสั่งการบินอัตโนมัติในแบบต่าง ๆ
 -  – สร้าง Waypoint เพื่อกำหนดจุดตำแหน่งที่ต้องการให้เครื่องบินไป
 -  – Photogrammetry tool สำหรับสร้างพื้นที่เพื่อการจัดทำแผนที่
 -  – สร้างคำสั่งการบินเพื่อแทรกเข้าไปก่อนคำสั่งบินปัจจุบัน
4. แถบแสดงเครื่องบินที่กำลังใช้งานอยู่
5. หน้าจอแสดงสถานะของเครื่องบิน (ด้านบน) และเมนูคำสั่งที่ส่งไปยังเครื่องบิน (ด้านล่าง)
 - ผู้ใช้สามารถกด  (มุมมองบน) เพื่อทำการแสดงข้อมูลของอากาศยานเพิ่มเติมได้
6. หน้าต่างแสดงข้อมูลรายละเอียดของแผนการบิน เช่น สถานการณ์ upload แผนการบิน พื้นที่ที่ใช้ในการบิน และรายละเอียดสำหรับการถ่ายภาพ เป็นต้น
7. หน้าต่างสำหรับแสดงความสูง (profile) ของการบิน ระยะเวลาการบิน ระยะทางที่เครื่องบินจะใช้ในการทำงาน
8. หน้าต่างแสดงการเก็บข้อมูล (log) ของการทำงานของโปรแกรม ซึ่งรวมถึงการเชื่อมต่อ/การส่งคำสั่งไปยังเครื่องบิน และการแจ้งเตือนสถานะระหว่างการบินต่าง ๆ



การควบคุมหน้าจอส่วนแผนที่

Operation	Keyboard or mouse combination
Draw segments	Double click left mouse button / SHIFT+left mouse button / Alt+hold left mouse button and draw free-handly
Close polygonal objects	Draw polygon segments, set last segment near to first or drag last segment onto first segment to close polygon
Select segment	Left mouse-click on segment
Select multiple segments	(Win, Linux) CTRL+right mouse click on a figure / (macOS) cmd+right mouse click on a figure
Select all segments	(Win, Linux) CTRL+A / (macOS) cmd+A
Move selected segment(-s)	Hover figure basement, hold left mouse button and drag
Move map left, right, up, down	Hold left mouse button and drag / left, right, up, down keys
Zoom in	Mouse wheel / minus key / zoom in gesture
Zoom out	Mouse wheel / plus key / zoom out gesture
Rotate screen camera left, right, up and down	Hold right mouse button and move mouse / hold Shift + left, right, up, down keys.



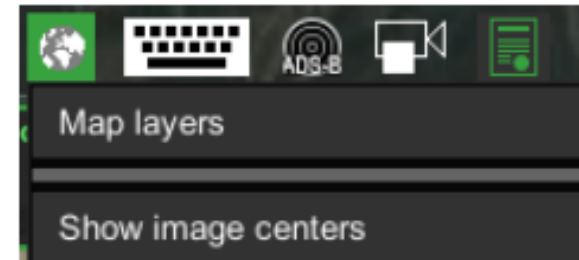
ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่มรีเซ็ต (มุมซ้ายล่าง) เพื่อ reset การวางตัวของแผนที่ใหม่

ขั้นตอนการวางแผนบิน

1. เตรียมข้อมูลพื้นที่ที่ต้องการทำการรังวัดทำแผนที่
 - นำข้อมูลที่จำเป็นเช่น ขอบเขตประตันทนบัตร ภาพถ่าย ortho หรือ DEM ลงในโปรแกรม
 - สร้างแผนที่ offline เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ในกรณีไม่มีสัญญาณ internet
2. สร้างแผนการบินให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการทำแผนที่
 - ตรวจสอบพื้นที่สำหรับการขึ้น-ลงอย่างคร่าวๆ
 - กำหนด Waypoint  เหนือจุดขึ้นบิน ให้ความสูงไม่น้อยกว่า 50 เมตร
 - เลือกคำสั่ง  (photogrammetry tool) เพื่อสร้างพื้นที่ที่ต้องการบิน
 - สร้างพื้นที่บินโดยมีระยะให้ครอบคลุมเกินขอบเขตที่ต้องการอย่างน้อย 1-2 แนวบิน
 - เพิ่ม Waypoint เพื่อสร้างเส้นทางกลับเมื่อเสร็จสิ้นการทำงาน
3. เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณแผนการบินแล้ว ทำการตรวจสอบความปลอดภัยของแผนการบิน
 - ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการบิน เพื่อดูว่าจะใช้แบตเตอรี่ทั้งสิ้นกี่ก้อน
 - ตรวจสอบ Profile ความสูงบิน เพื่อดูว่ามีจุดใดที่มีการบินใกล้สิ่งกีดขวางหรือไม่
 - ปรับแก้แผนการบินเพื่อความปลอดภัยและประหยัดเวลามากที่สุด

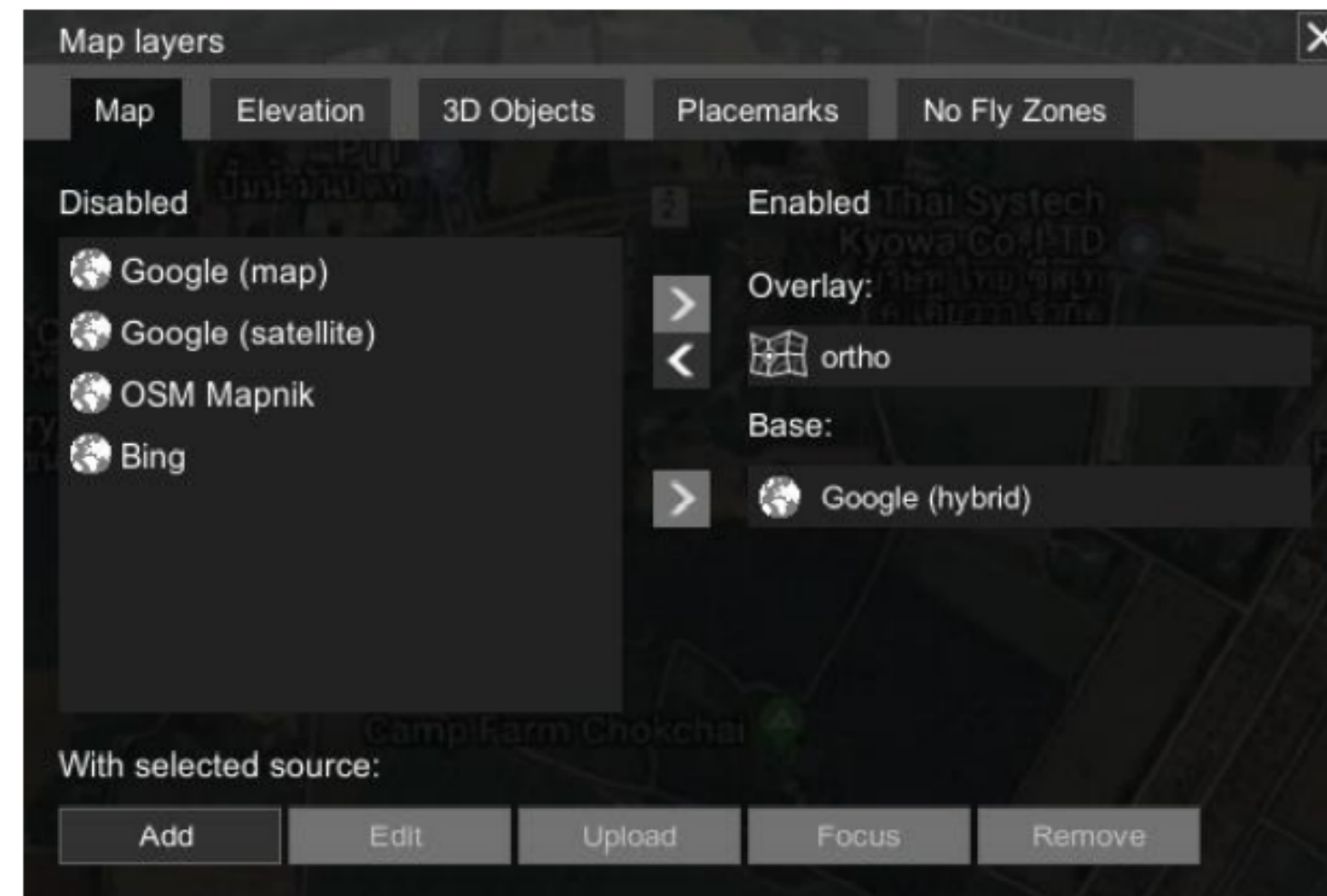
การนำเข้าข้อมูลเพื่อแสดงในแผนที่

เข้าไปที่ Map options >> Map layers เพื่อเปิดหน้าต่างปรับแก้ข้อมูลที่จะแสดงบนแผนที่



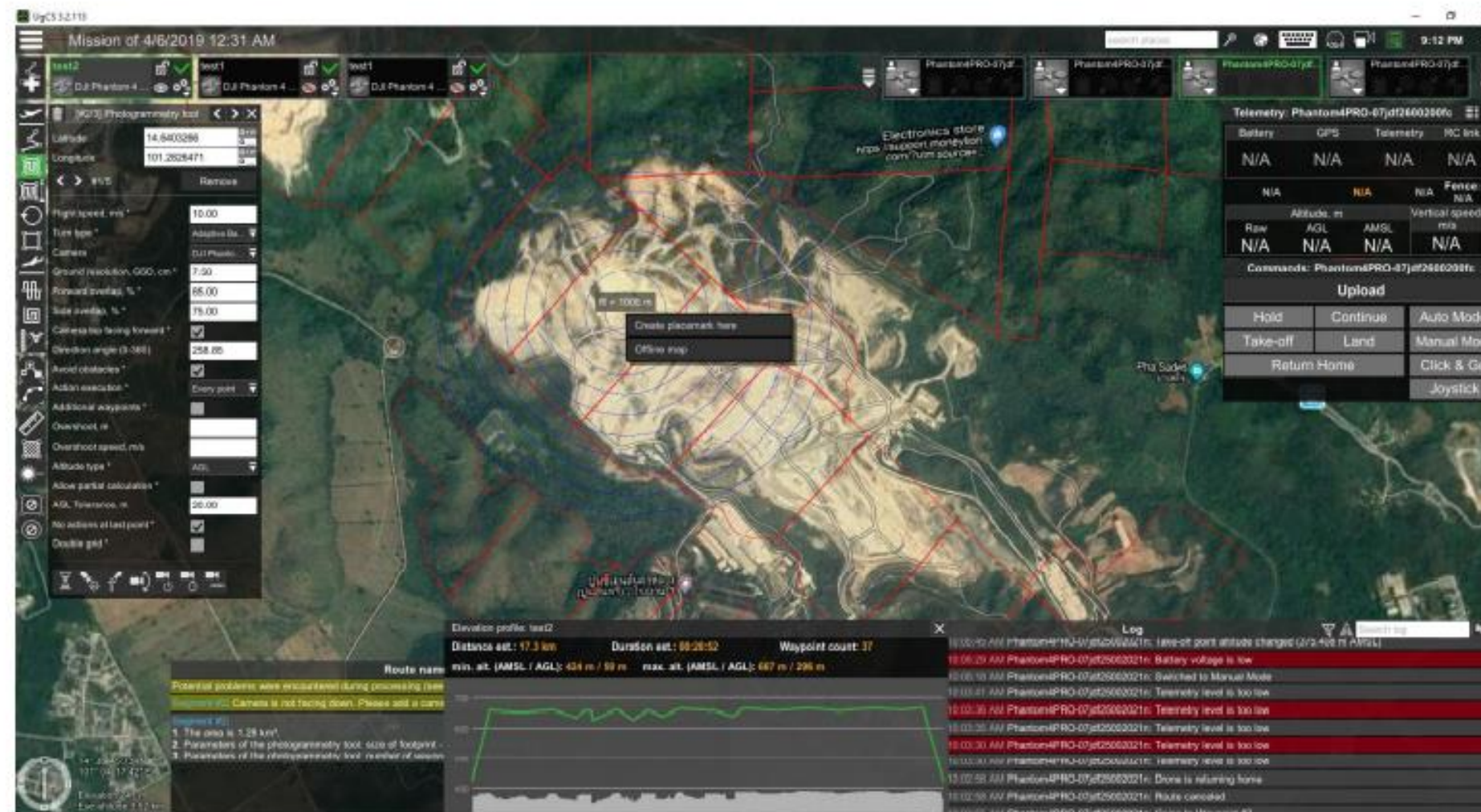
ในหน้าต่าง Map layers

1. Map – ส่วนแสดงแผนที่ภาพพื้นหลัง และภาพ Overlay ที่ต้องการสามารถใส่ภาพ ortho ได้
2. Elevation – ส่วนแสดงความสูงพื้นผิว ผู้ใช้สามารถใส่ข้อมูล DEM เพื่อใช้ในการคำนวณแผนการบินได้
3. Placemarks - ส่วนแสดงเส้นและสัญลักษณ์ต่างๆ สามารถใส่ขอบเขตประต่านบัตรได้ (.kml)



การสร้างแผนที่ Offline

[คลิกขวาบนแผนที่ >> Offline map] เพื่อให้โปรแกรมจัดเก็บข้อมูลภาพแผนที่พื้นหลังและความสูงภูมิประเทศในระยะรัศมี 1 กม. หากรัศมีดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมพื้นที่การบิน ควรทำซ้ำกันหลาย ๆ จุด

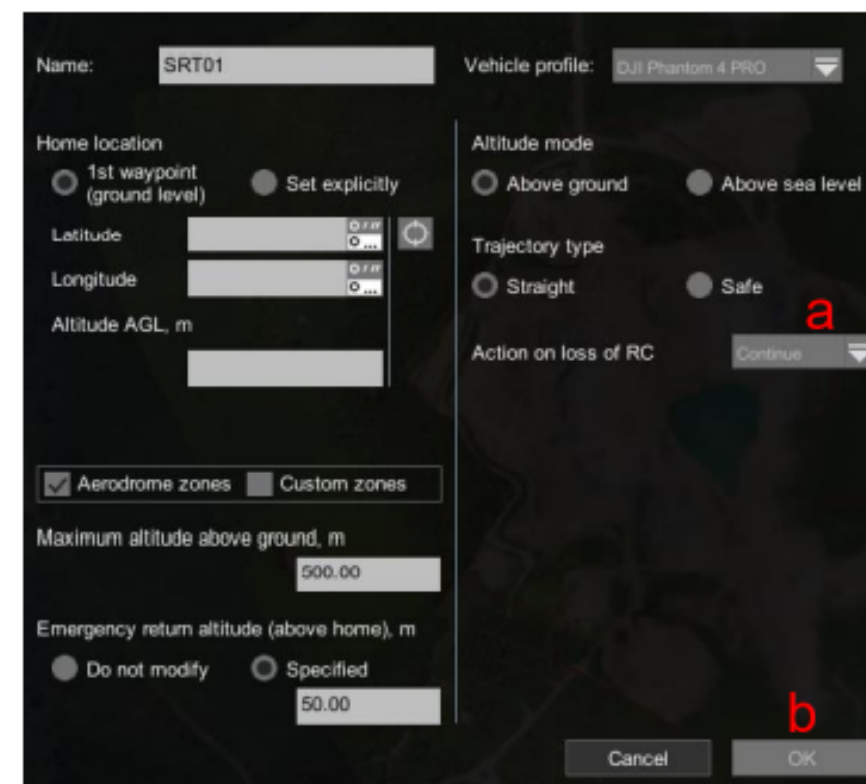


ดร.ธนจิตร สุาเจริญพงษ์ 22/04/2564


5

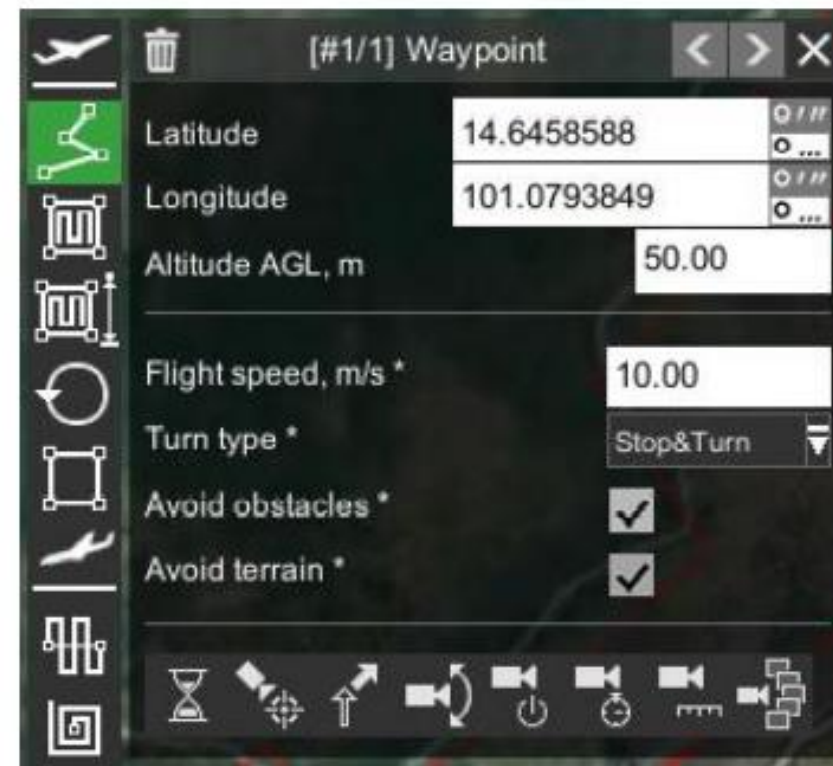
สร้างแผนการบิน (1) : สร้าง route และ setting

1. สำหรับการสร้างโปรเจกงานใหม่ เลือก Menu >> Create new mission
2. โปรแกรมจะเข้าหน้าต่างสร้างแผนการบินใหม่ เลือก Create from scratch >> Next
3. ตั้งชื่อแผนการบิน >> เลือกเครื่อง DJI Phantom 4 Pro >> Next
4. โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่าง Route setting
5. ปรับค่า Action on loss of RC >> Continue (a)
6. ตรวจสอบการตั้งค่าทั้งหมด แล้วกด OK เพื่อเริ่มสร้างแผนการบิน (b)



สร้างแผนการบิน (2) : สร้าง Waypoint

1. ที่แถบเมนูด้านซ้าย เลือก  เพื่อสร้าง Waypoint แรกเหนือจุด Home
2. กด Shift + คลิกซ้าย เพื่อเลือกตำแหน่ง Waypoint แรก



3. ตั้งค่าความสูง (Altitude AGL, m) ให้สูงกว่า 50 เมตร เพื่อให้เครื่องบินทำความสูงไปที่ระยะ 50 เมตรก่อนเริ่มบินไปเข้าแนวการบิน Photogrammetry
4. ตรวจสอบการตั้งค่าความเร็วในการบิน (Flight speed, m/s) และวิธีการเลี้ยวของเครื่อง (Turn type)

สร้างแผนการบิน (3) : Photogrammetry tool



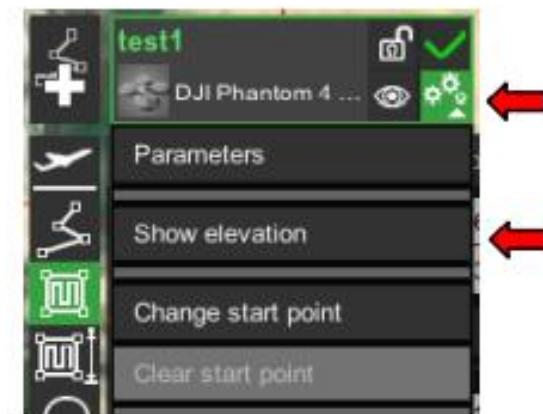
การปรับแต่งค่าที่ใช้บ่อยใน Photogrammetry tool

- Flight speed, m/s – ความเร็วในการบินทำงาน [10 m/s]
- Turn type – วิธีการเลี้ยว [Adaptive Bank Turn]
- Ground resolution, GSD, cm – ความละเอียดจุดภาพบนพื้น [5-8 cm]
- Forward overlap, % - ร้อยละของความเหลื่อมของภาพในแนวบิน [85%]
- Side overlap, % - ร้อยละของความเหลื่อมภาพระหว่างแนวบิน [75%]
- Direction angle – มุมของแนวบินเทียบกับทิศเหนือ
- Overshoot, m – โปรแกรมจะทำการเพิ่มระยะแนวบินให้ออกจากพื้นที่ที่เลือกไว้
- Overshoot speed, m/s – ความเร็วในการเคลื่อนที่ในส่วน Overshoot
- AGL Tolerance, m – ระยะความคลาดเคลื่อนของความสูงที่ยอมรับได้ [20-50 m]
- Double grid – การเลือกให้โปรแกรมสร้างแนวบินแบบตาราง [ไม่เลือก]
- Set camera by time – กำหนดเพื่อคำนวณความถี่ของการถ่ายภาพถ่ายภาพ
- Set camera attitude – สามารถกำหนดมุมของกล้อง [tilt = 90 เพื่อก้มกล้อง]

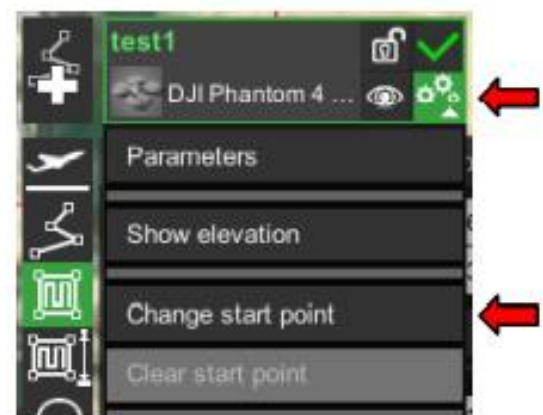


สร้างแผนการบิน (4) : ตรวจสอบแผนการบิน

1. สร้าง Waypoint สุดท้ายเพื่อให้เครื่องกลับมาที่ Home
2. ตรวจสอบ Profile ความสูงของการบินที่ Parameters >> Show elevation



3. หากต้องการเริ่มบินจากส่วนกลางของแผนการบิน (ในกรณีทำงานต่อจากที่เดิม)
 Parameter >> Change start point >> คลิกเลือกจุดที่ต้องการเริ่มบิน >> จะขึ้นที่จุดที่ทำการเริ่มบิน



UGCS for DJI












เป็น App ที่ทำงานบนแท็บเล็ต/มือถือ โดยสามารถทำงานด้วยตัวเองได้ หรือทำการเชื่อมต่อกับ UGCS บน notebook ผ่าน WiFi ที่อยู่บนเครือข่ายเดียวกัน



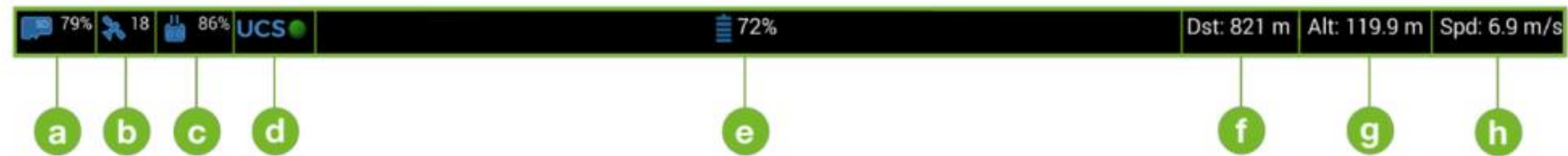
หน้าต่างหลักประกอบด้วย

1. System bar
2. Vehicle control panel
3. Camera position control panel
4. MENU
5. Payload control
6. Camera settings
7. Application status bar
8. Live video preview

คำสั่งควบคุมหลัก

-  1. Open Route – เปิดหน้าแผนการบินที่ทำการ Sync จาก notebook
-  2. Upload Route – ทำการ upload แผนการบินเข้าสู่เครื่อง
-  3. Choose Map – เลือกชนิดการแสดงผลแผนที่พื้นหลัง
-  4. Show My Location – ให้โปรแกรมทำการแสดงตำแหน่งของผู้ควบคุม
-  5. Show Location of Drone – แสดงตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องบิน
-  6. Go to Home Location – เรียกให้เครื่องบินกลับมาที่จุดเริ่มต้น
-  7. Set Home Location – กำหนดจุด Home ที่ตำแหน่งเครื่องปัจจุบัน
-  8. Take-off – สั่งให้เครื่องขึ้นบิน/เริ่มทำงานตามแผนการบิน
-  9. Pause Mission – สั่งให้เครื่องหยุดการทำงานตามแผนการบินชั่วคราว
-  10. Resume Mission – สั่งให้เครื่องเริ่มทำงานต่อ
-  11. Active Track – สั่งให้เครื่องบินติดตามวัตถุที่เลือก

แถบแสดงสถานะ



- ร้อยละของพื้นที่ SD Card ที่เหลือ
- จำนวนดาวเทียม GNSS ที่เครื่องบินรับได้
- ร้อยละของความจุแบตเตอรี่ Controller ที่เหลืออยู่
- สัญลักษณ์แสดงสถานะการเชื่อมต่อกับ UGCS บน Notebook
- ร้อยละความจุแบตเตอรี่เครื่องบินที่เหลืออยู่
- ระยะห่างระหว่างเครื่องบิน – ผู้บังคับตามระยะแนวราบ
- ความสูงของเครื่องบินจากจุดที่ขึ้น
- ความเร็วของเครื่องบินที่ทำการบิน (เมตร/วินาที)

การตั้งค่าการถ่ายภาพ

ในการบินถ่ายภาพ ให้ใช้โหมด Auto โดยค่าของการถ่ายภาพควรอยู่ในช่วงดังต่อไปนี้ดังต่อไปนี้

- ISO – ค่า ISO ของกล้อง [100-200]
- Aperture – ค่าความกว้างรูรับแสง [1/2.8 – 1/5.6]
- Shutter Speed – ความเร็วชัตเตอร์ของการถ่ายภาพ ควรทำการปรับค่า ISO, Aperture เพื่อให้ค่าความเร็วชัตเตอร์อยู่ในค่าตามตาราง หากการถ่ายภาพด้วยโหมด Auto มีความเร็วชัตเตอร์ที่ต่ำมากเกินไป

		ความเร็วในการบิน (m/s)							
		5	6	7	8	9	10	11	12
GSD (cm.)	5	200	240	280	320	360	400	440	480
	6	167	200	233	267	300	333	367	400
	7	143	171	200	229	257	286	314	343
	8	125	150	175	200	225	250	275	300
	9	111	133	156	178	200	222	244	267
	10	100	120	140	160	180	200	220	240

- White Balance – การเซ็ตอุณหภูมิสี ให้เซ็ตแบบ manual แล้วเลือกค่าที่เหมาะสมกับแสง

3.7 บทที่ 7 : การประยุกต์ใช้งาน สำหรับงานวิศวกรรม/งานก่อสร้าง



การประยุกต์ใช้การสำรวจ ด้วยอากาศยานไร้คนขับ กับงานก่อสร้าง



รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ไวยสุระสิงห์
(รองศาสตราจารย์สาขาวิศวกรรมสำรวจและขนส่ง)
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
และคณะอนุกรรมการวิศวกรรมสำรวจ
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

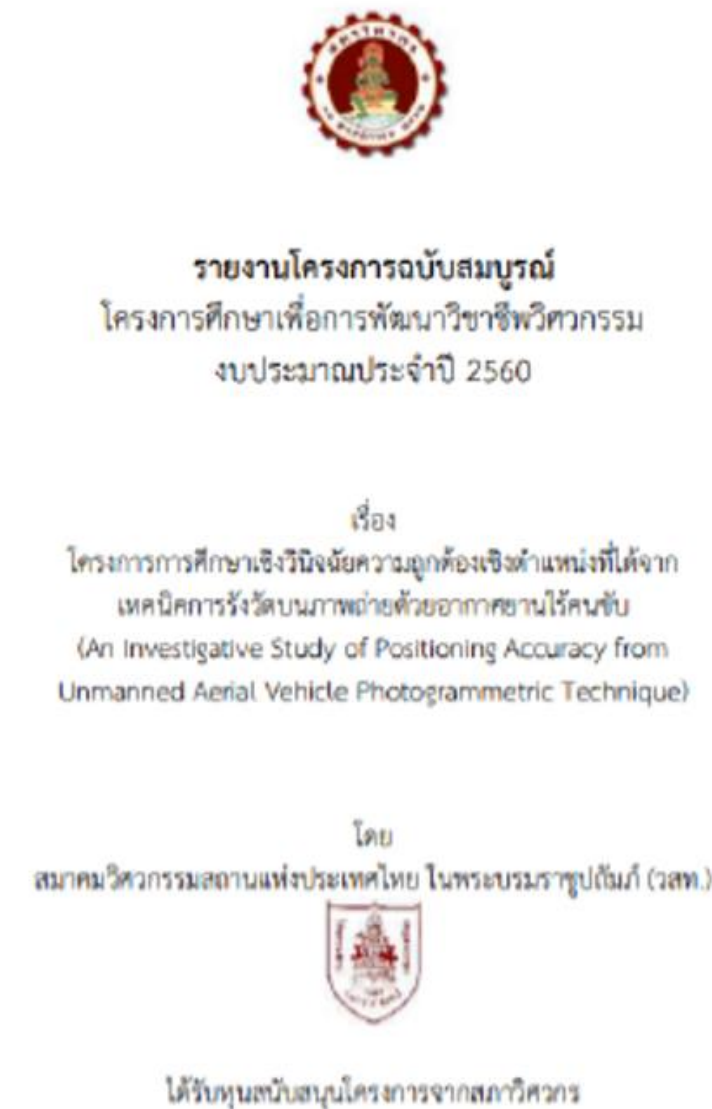
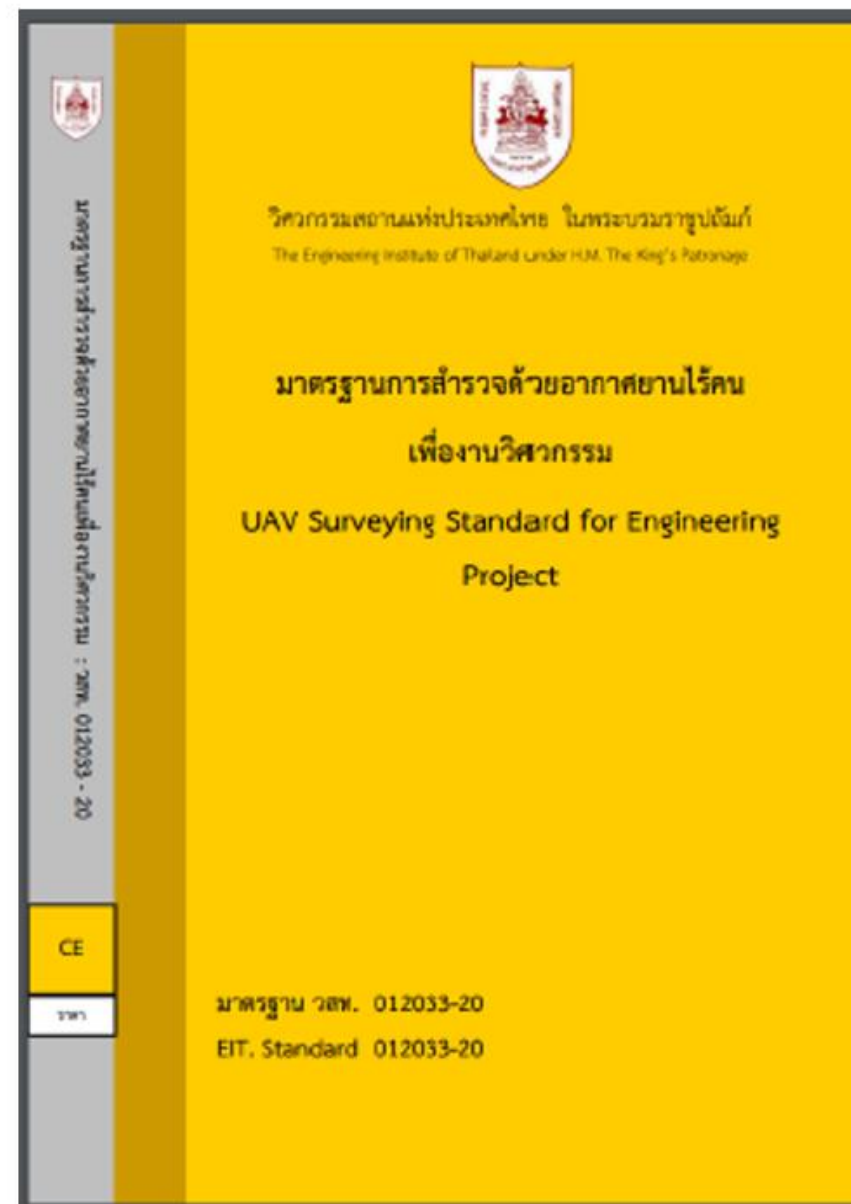


Overviews

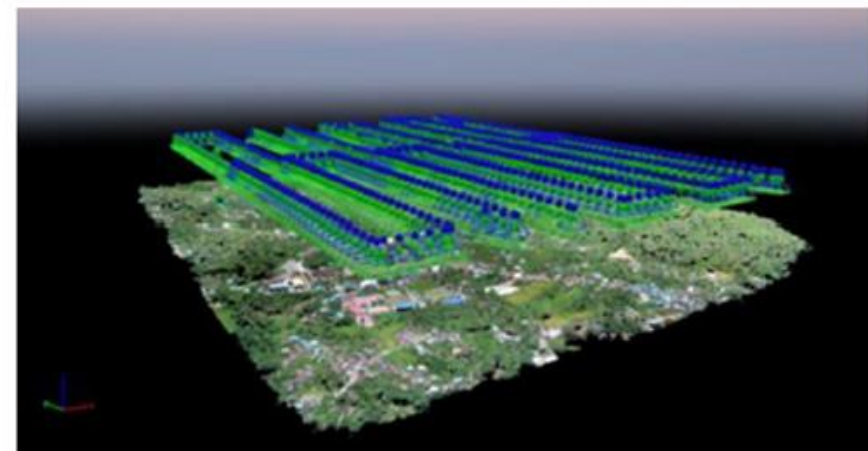
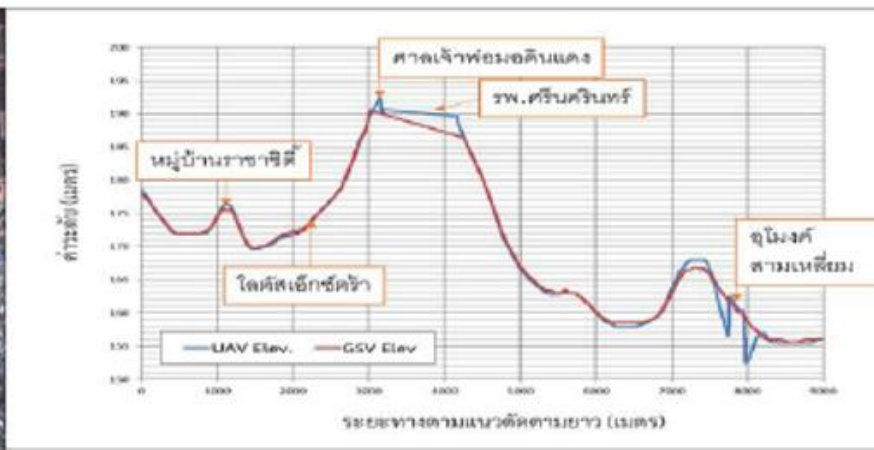


- มาตรฐานเบื้องต้นสำหรับการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ
 - การวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
 - การออกแบบโครงการ
 - ข้อกำหนดและเงื่อนไขการวางจุดควบคุม GCP
- การวางแผนการบินและรูปแบบการบิน
- การสำรวจเพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง
- โอกาสของการใช้ UAV Photogrammetry ในการเป็นเครื่องมือเสริมในการติดตามงานก่อสร้างอาคาร/ถนน

มาตรฐานเบื้องต้นสำหรับการสำรวจด้วย ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ



มาตรฐานเบื้องต้นสำหรับการสำรวจด้วย ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ



การวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (1)



- การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูงขึ้นอยู่กับวิธีการวางแผนและดำเนินการตามภารกิจ
- ดังนั้นจึงควรพิจารณาประเด็นสำคัญๆ ในการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ ดังต่อไปนี้สำหรับทุกภารกิจ

การวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (2)



1) เลือกพื้นที่สำรวจ

- พื้นที่เหมาะสำหรับการสำรวจโดรนหรือไม่?
- ขนาดพื้นที่มันใหญ่แค่ไหน?
- มีต้นไม้/พืชคลุมดินหรือไม่?
- ต้องตอบคำถามเหล่านี้และคำถามอื่น ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจว่า โดรนเหมาะสมกับการสำรวจในพื้นที่นี้หรือไม่

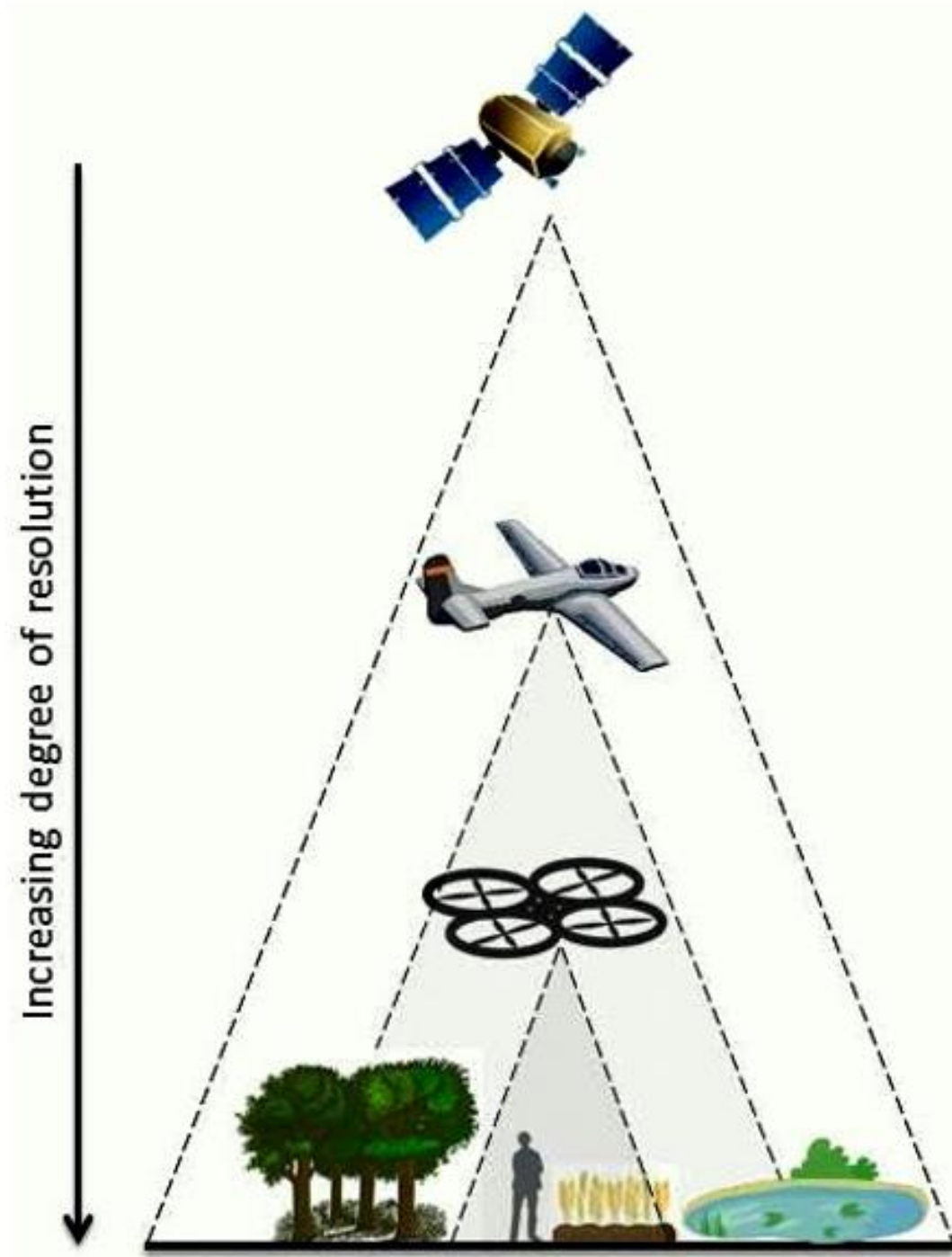
การวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (3)



2) กำหนดความถูกต้องที่ต้องการ

- การรู้ว่า ความถูกต้องและความแม่นยำที่ต้องการสำหรับโครงการ จะช่วยให้พิจารณาได้ว่าโดรนนั้นเหมาะสมกับโครงการหรือไม่
- ช่วยให้เลือกระดับความสูงบินที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจอีกด้วย

ระดับความสูงบิน



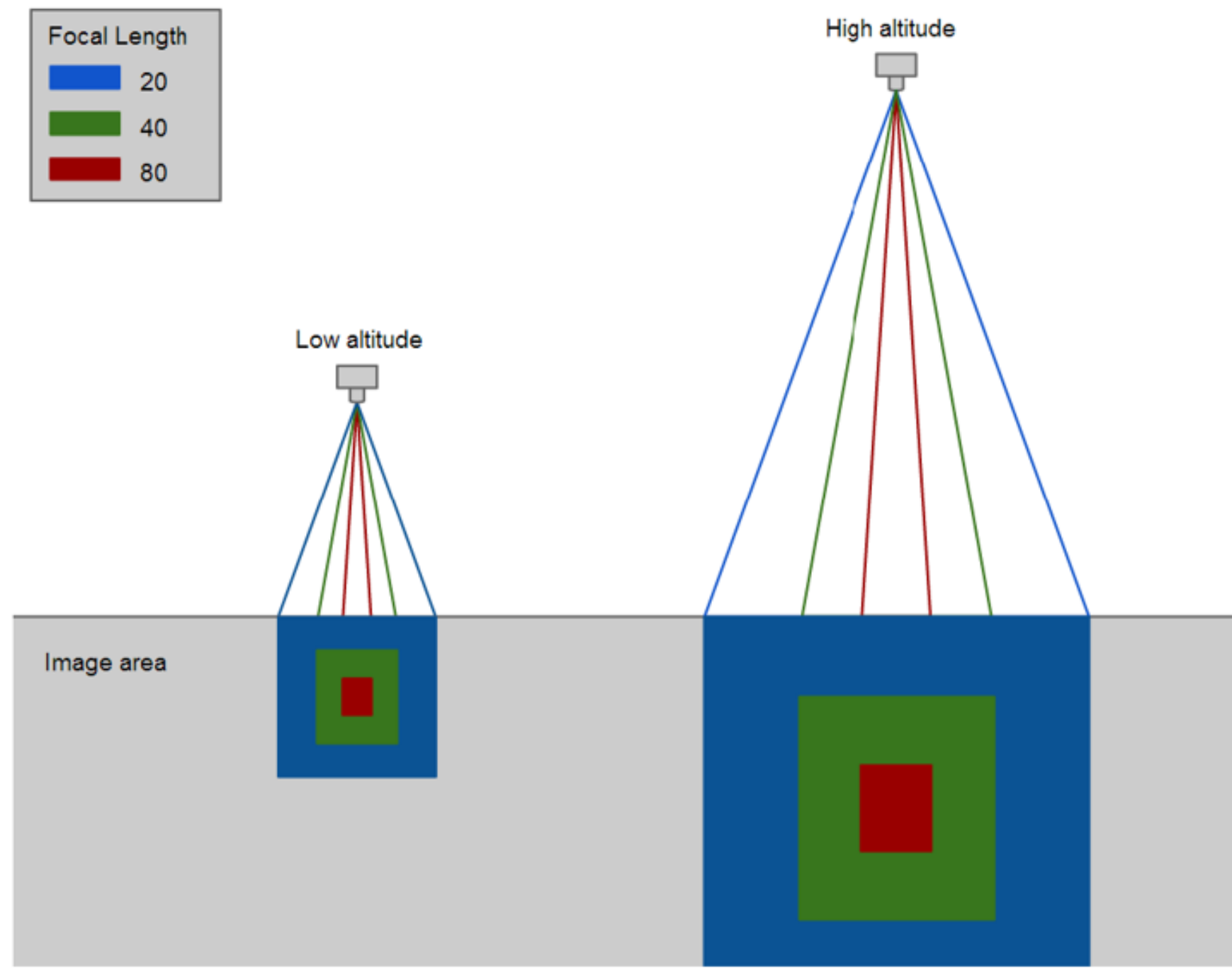
การวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (4)



3) เลือกระดับความสูงบินของโดรนที่เหมาะสม

- ระดับความสูงของเที่ยวบินของโดรนขึ้นอยู่กับความแม่นยำที่ต้องการและรูปแบบภูมิประเทศของไซต์ที่ต้องการสำรวจ
- โดยปกติความละเอียดของภาพจะลดลง เมื่อความสูงของการบินโดรนสูงขึ้นและความแม่นยำจะน้อยลงเล็กน้อยเมื่อเราบินสูงขึ้น
- ในทางกลับกันระดับการบินโดรนที่สูงขึ้นจะช่วยประหยัดเวลาได้มากขึ้น ดังนั้นการกำหนดระดับความสูงการบินโดรนที่เหมาะสมควรให้ตรงกับความต้องการมากที่สุด

Ground sample distance: GSD

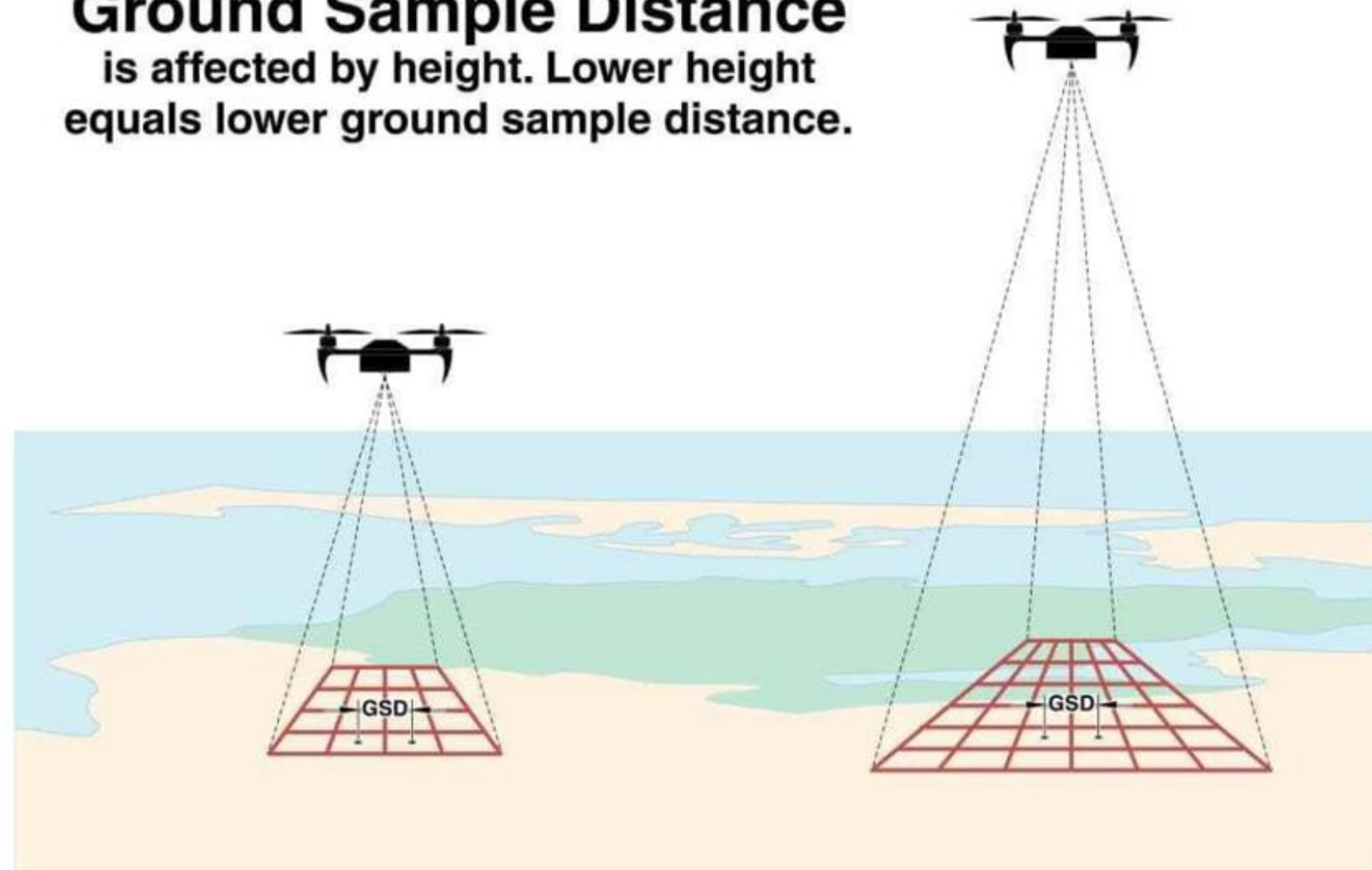


10



Ground sample distance: GSD

Ground Sample Distance is affected by height. Lower height equals lower ground sample distance.



11

Copyright © Aviasist Pty Ltd 2016

การวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (5)



4) การกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground control points: GCPs)

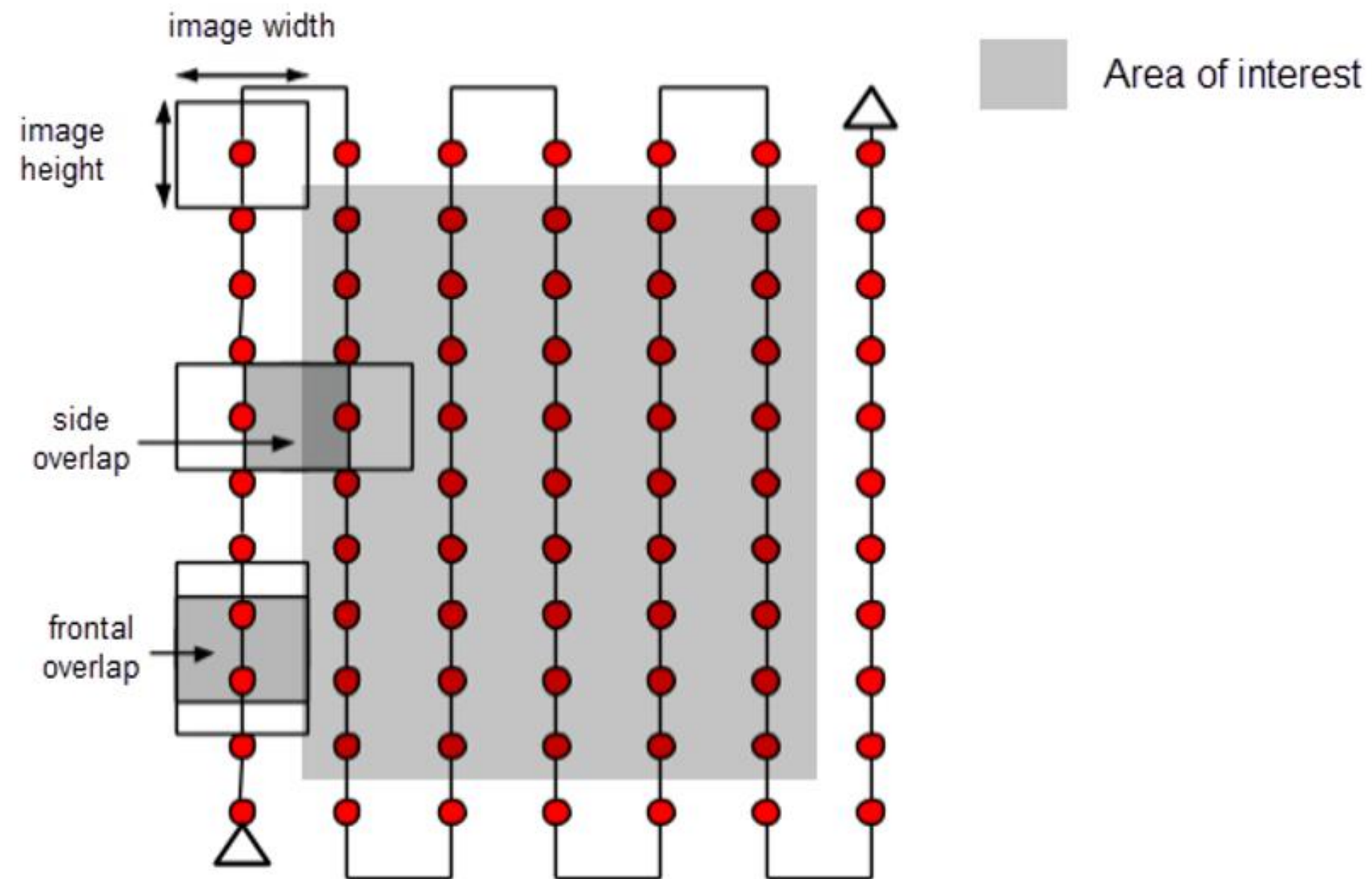
- จุดควบคุมภาคพื้นดินใช้เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งของโลกที่ทำให้พื้นที่ที่ต้องการสำรวจมีตำแหน่งตรงกับความเป็นจริง
- ดังนั้นปริมาณหรือจำนวนจุด คุณภาพและการกระจายของจุดควบคุมภาคพื้นดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาและการกำหนดการวางของจุดควบคุมภาคพื้นดิน

การออกแบบโครงการสำหรับการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ



- ขนาดพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ
- ประเภทของโดรนที่ใช้การสำรวจ
- ประเภทและความละเอียดกล้องถ่ายภาพของโดรน
- ระดับความสูงบินของโดรนและขนาด GSD
- การกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน
- รูปแบบการบินถ่ายภาพ
- การประมวลผลภาพ
- การตรวจสอบความถูกต้อง

การวางแผนการบินและรูปแบบการบิน (1)



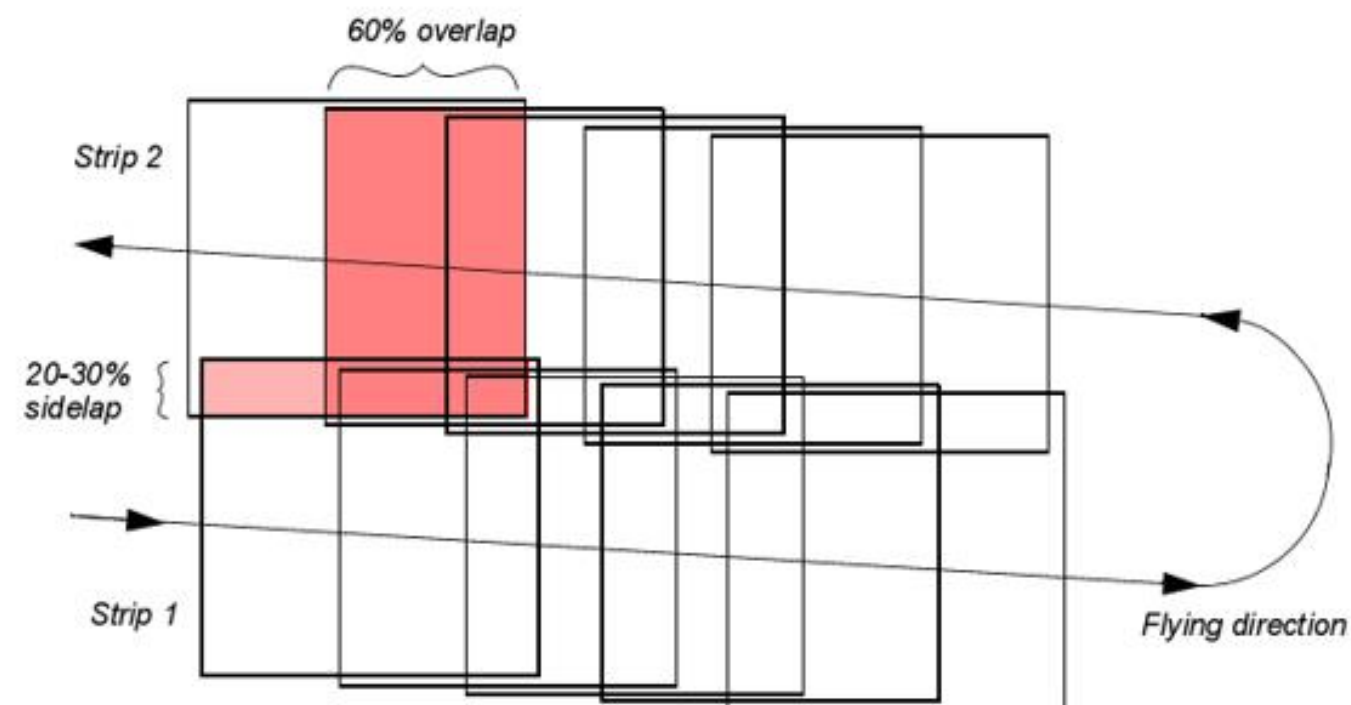
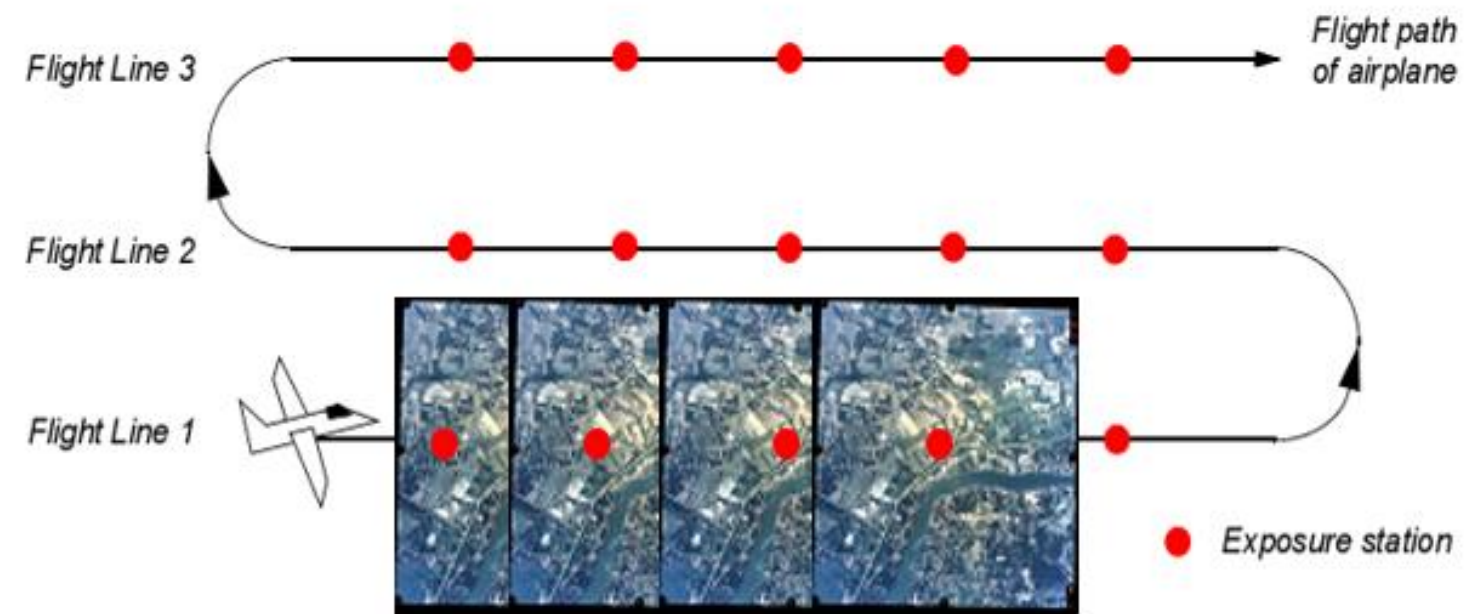
<https://www.aerotas.com/overlap-flight-pattern>

การวางแผนการบินและรูปแบบการบิน (2)

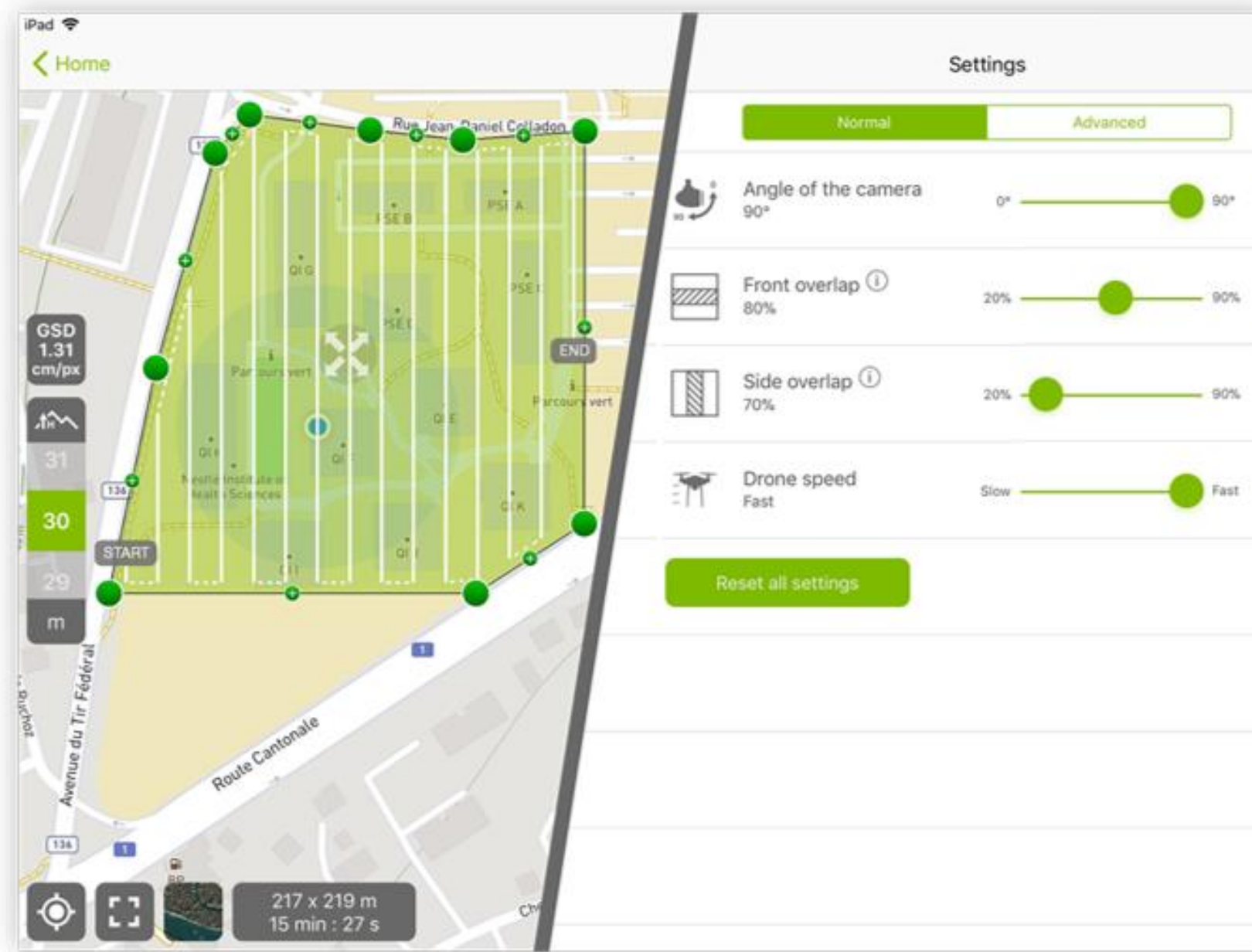


- แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดของแผนการบิน:
 - ทับซ้อนกัน (overlap) 75% / 75%
 - Frontal overlap 75%
 - Side-overlap 75%
 - เส้นทางการบินของโดรนคล้ายรูปแบบของเครื่องตัดหญ้า โดยไม่ควรมีการบินข้าม
 - กล้องตั้งฉาก → ภาพไม่ควรเอียง (only Nadir)

การบินถ่ายภาพทางอากาศด้วยเครื่องบิน



การวางแผนการบินภาพถ่ายทางอากาศด้วยโดรน



Pix4Dcapture: Free drone flight planning mobile app

17

ข้อกำหนดและเงื่อนไขการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน GCP



- การวางจุดควบคุมภาคพื้นดินมีความสำคัญต่อความถูกต้องของการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากโดรน ตลอดจนทั้งการตรวจสอบและการส่งมอบงาน
- ดังนั้นการวางจุดควบคุมภาคพื้นดินที่เหมาะสมจึงควรพิจารณาเป็นสิ่งนี้สำคัญ เช่น
 - ปริมาณหรือจำนวนจุดควบคุมภาคพื้นดิน
 - การกระจายตัวของจุดควบคุมภาคพื้นดิน

18

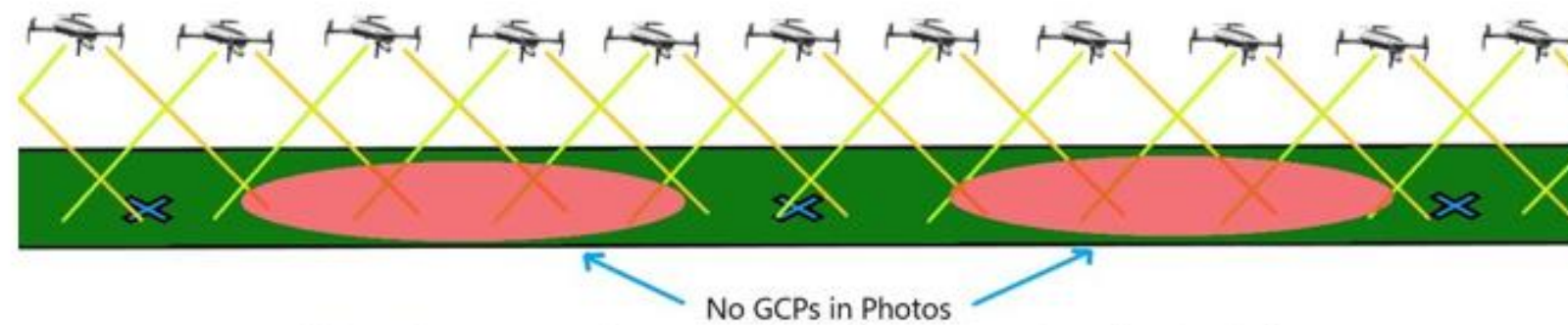
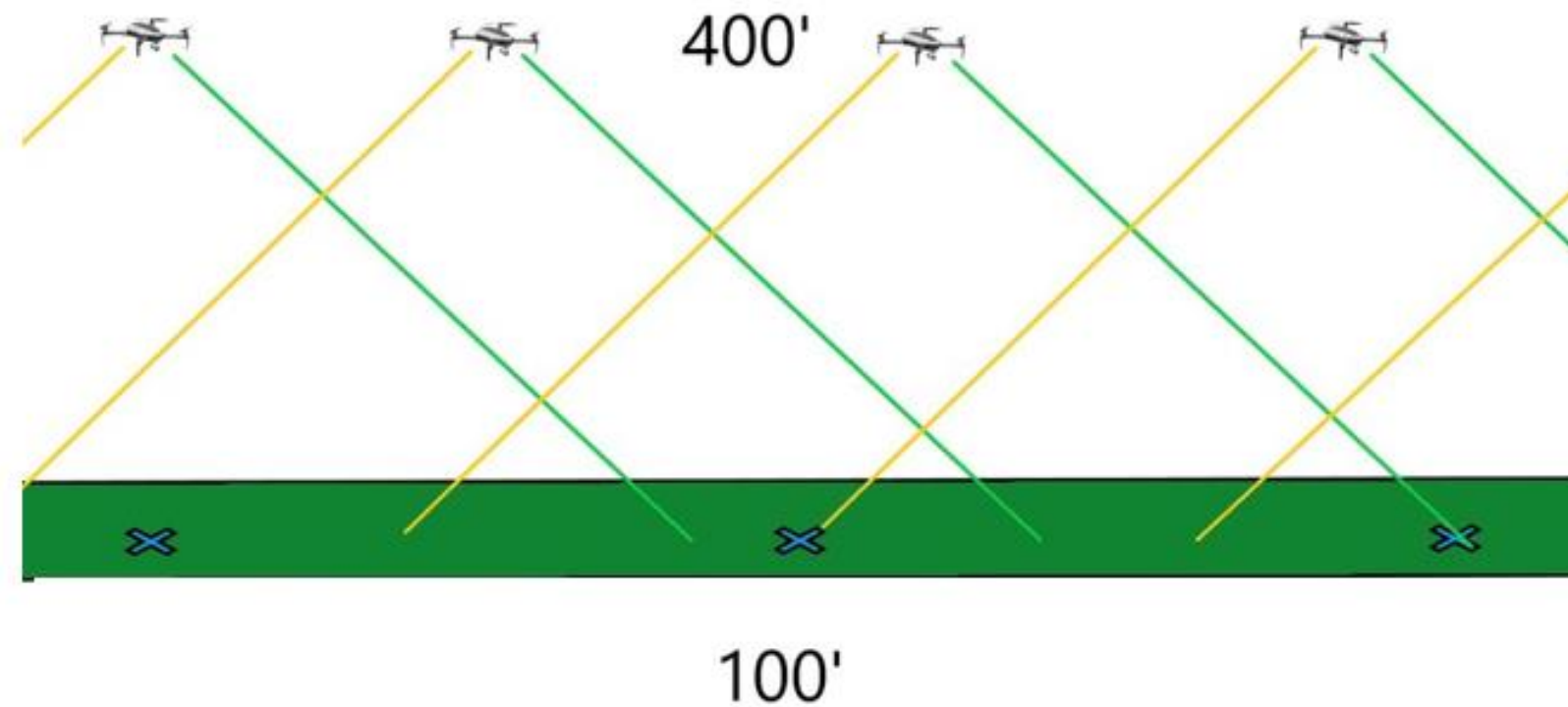
<https://www.aerotas.com/planning-ground-control-points>

คุณภาพของจุดควบคุมภาคพื้นดิน GCPs



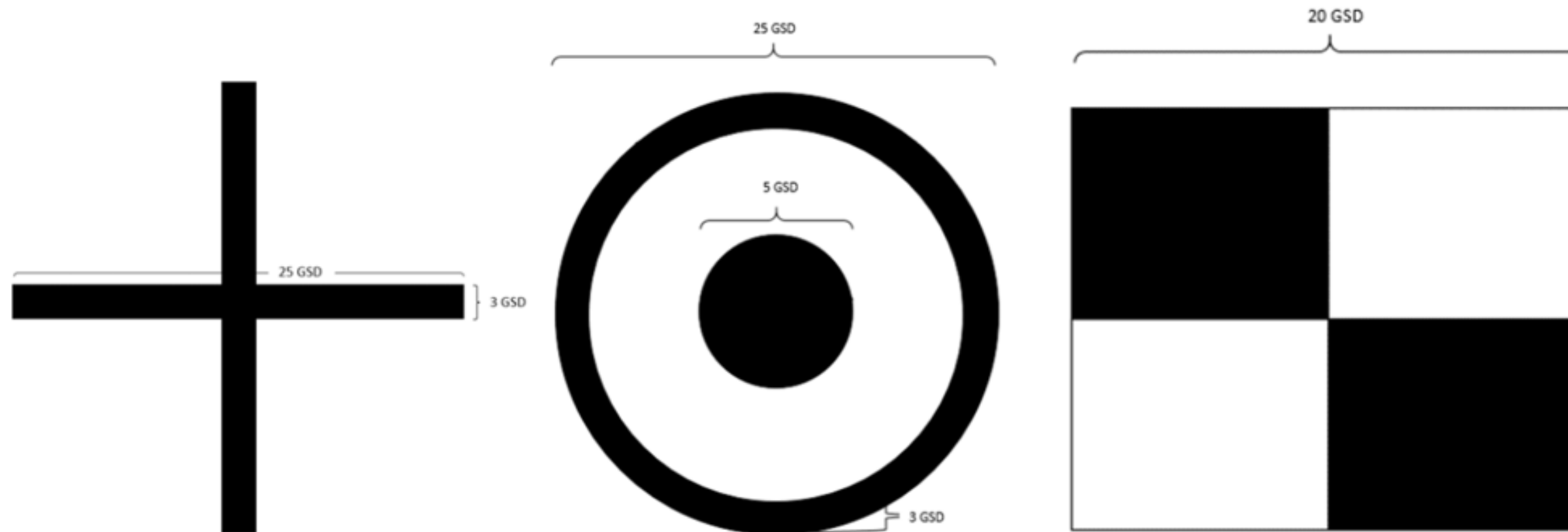
- จำนวนจุดควบคุมภาคพื้นดินที่ต้องการใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ และระดับความสูงบินของโดรนที่ต้องการบินไปยังพื้นที่นั้น
- ถ้าระดับความสูงบินของโดรนต่ำลงเท่าไร ความละเอียดของภาพถ่ายก็จะยิ่งสูงขึ้น แต่จะทำให้ขนาดพื้นที่บนภูมิประเทศบนภาพถ่ายน้อยลงด้วย
- ดังนั้นความต้องการของจุดควบคุมภาคพื้นดินจะยิ่งต้องเพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อภาพจำนวนมาก สามารถปรากฏจุด GCP บนภาพถ่ายด้วย

คุณภาพของจุดควบคุมภาคพื้นดิน: ระดับความสูงบินของโดรนต่างกัน

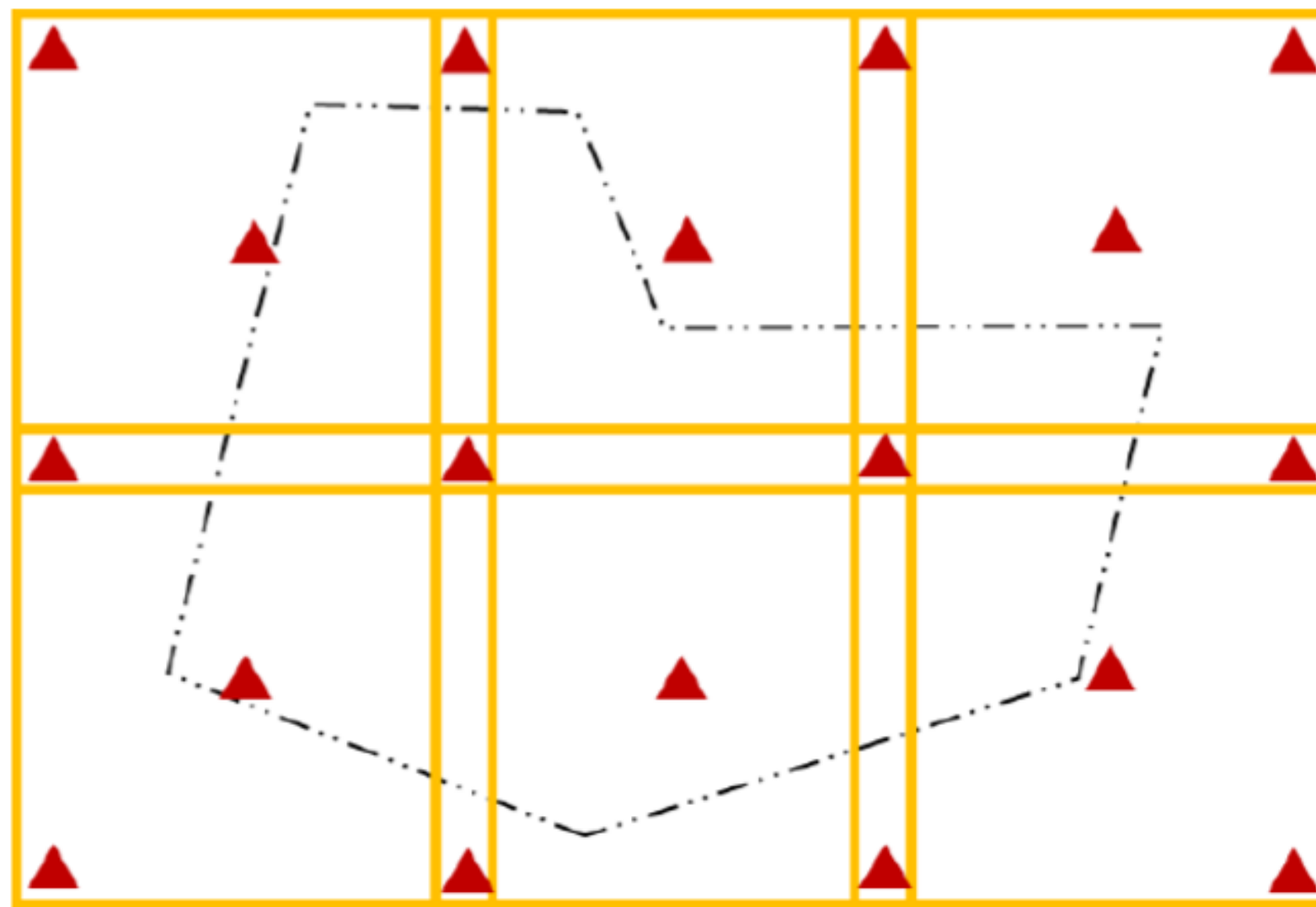


<https://www.aerotas.com/planning-ground-control-points>

รูปแบบของ Signalized target ตามมาตรฐาน



มาตรฐานการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน

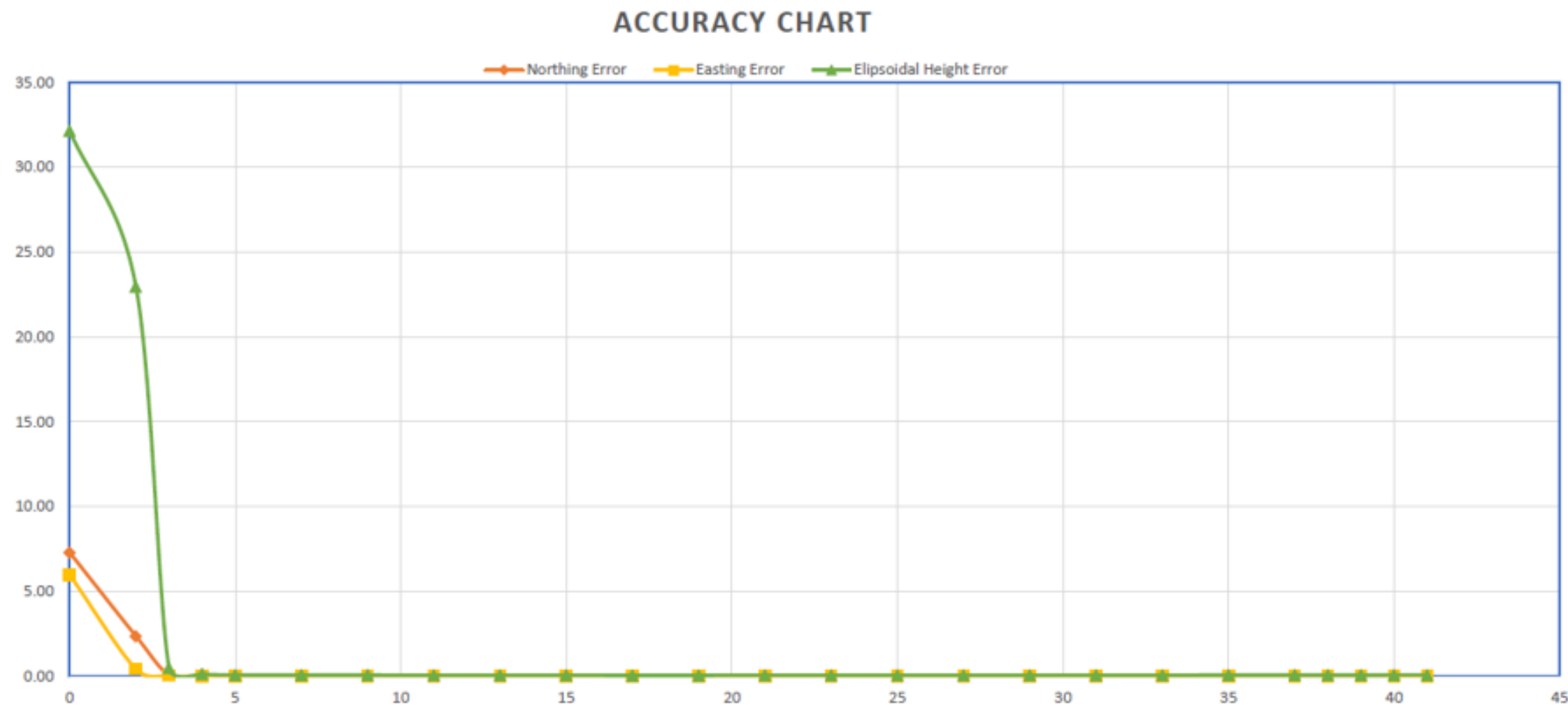


- จุดควบคุมภาพถ่ายอย่างน้อย 5 จุด ต่อบล็อกการประมวลผลภาพถ่าย
- และจุดควบคุมจะต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอ
- โดยมีระยะห่างโดยประมาณไม่เกิน 500 เมตร

ผลการวิเคราะห์หาจำนวน GCP ที่เหมาะสม



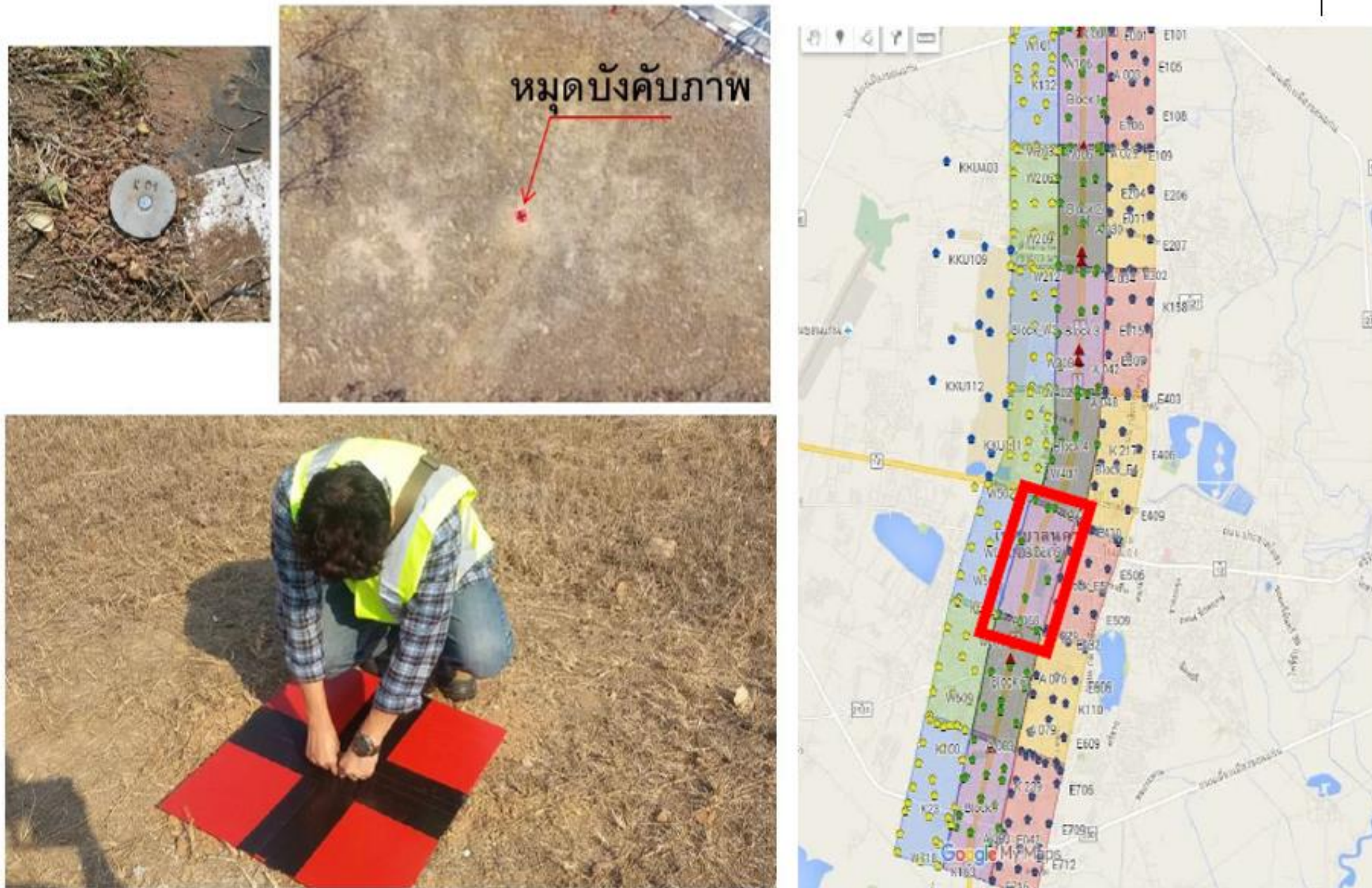
- GCP ที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 5-7 จุด



ภาพการทำงานสำหรับการวางและสำรวจจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)



หมุดบังคับภาพแบบเป้าสัญญาณ (Signalized Photo control point) ที่มีการเตรียมการล่วงหน้า



25

ตัวอย่างการใช้ Naturalized Target GCPs

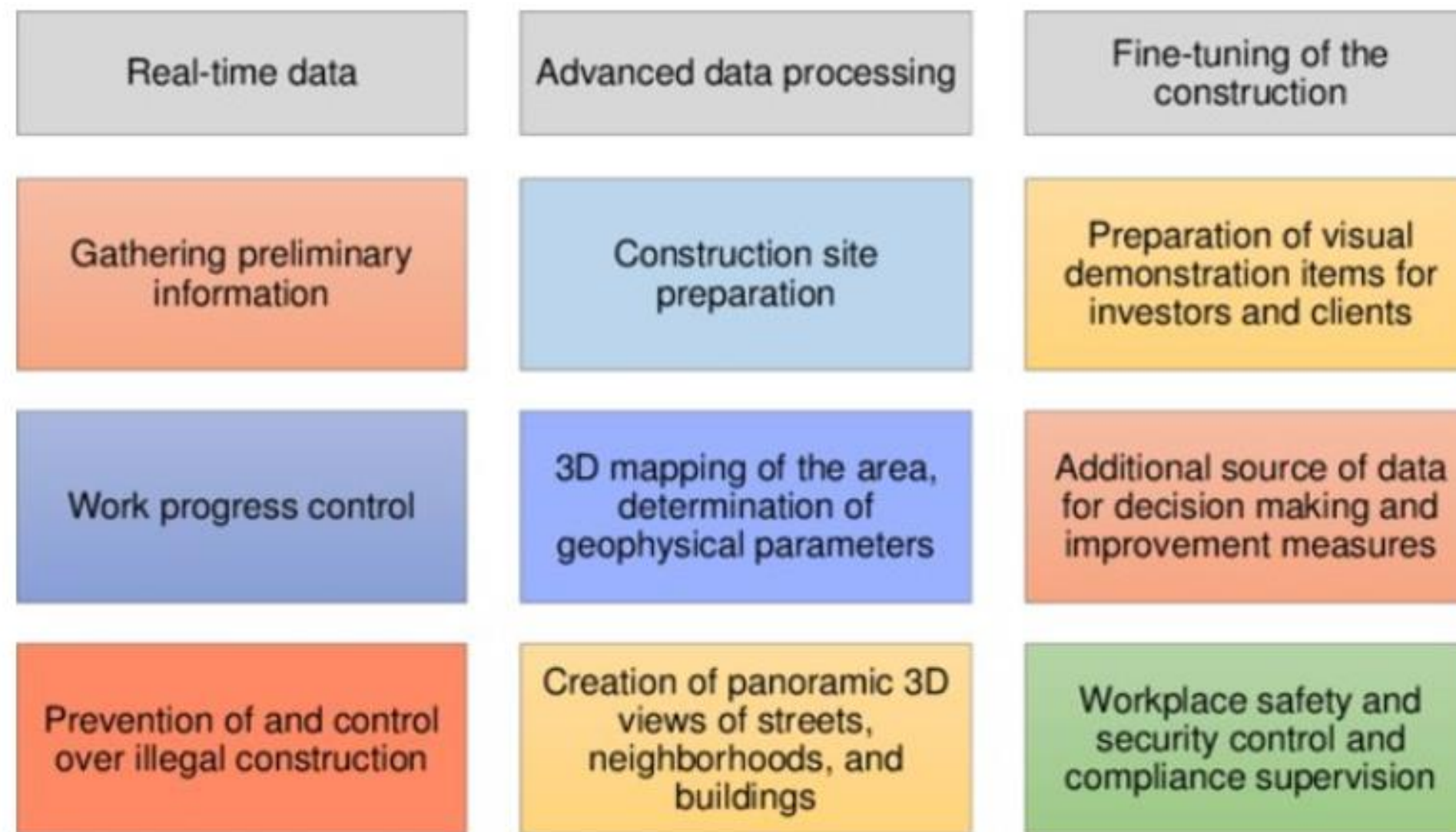


การประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานก่อสร้าง (1)



- ข้อดี ทำการสำรวจได้เร็วขึ้นและเสียค่าใช้จ่ายเพียงน้อยลง ในขณะที่รวบรวมรายละเอียดได้มากขึ้น
- ตัวอย่างในงานก่อสร้าง เช่น
 - Topographic survey
 - Visual records of excavation
 - Stockpile measurement
 - Cut and fill calculation
 - Accurate haul cost estimate
 - Civil engineering work

การประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานก่อสร้าง (2)



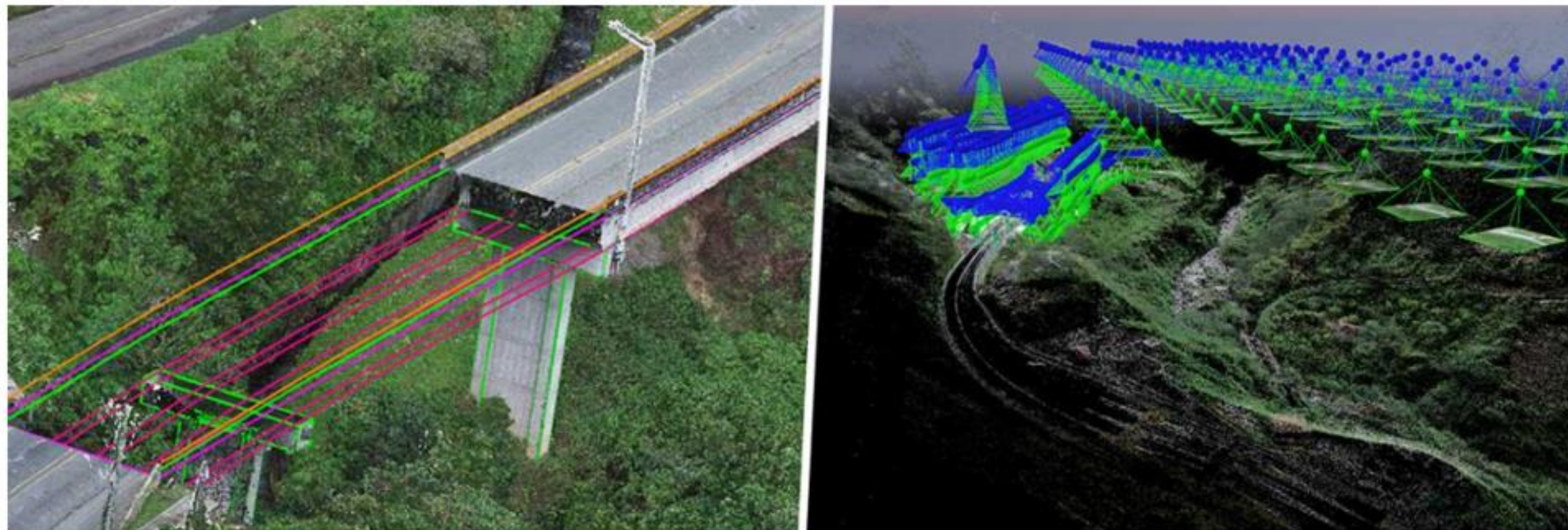
The key elements of smart construction monitoring system using drones and UAVs (Anwar et al., 2018)

การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากโดรน เพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง



Road construction with bridge renovation

- Challenges of mapping a bridge on a steep terrain





29

https://assets.ctfassets.net/go54bjdzbrgi/2x3WZj2ncCImD1FkDE0mBE/a732e9dc543bb0fe8c79b9f698eac45e/BLOG_drone-mapping-for-every-type-of-construction-project.pdf

การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากโดรน เพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง



Road construction with bridge renovation

	TRADITIONAL METHODS SUCH AS GPS ROVER OR TOTAL STATION 	PIX4DCAPTURE APP + PIX4D MAPPING SOFTWARE 
RESULTS	Only the surface of the bridge can be mapped and measured. Point cloud density is very low with no colour	The bridge foundations, pillars surface and surrounding terrain can be mapped and measured. High point cloud density with full colour
DATA ACQUISITION	1 day on site per bridge , involving walking in the traffic: dangerous and long process. Steep terrain is impossible to walk and map	30 minutes on site per bridge , using drones to easily fly over: safe and quick
DATA PROCESSING	Not required	1 day per bridge

30

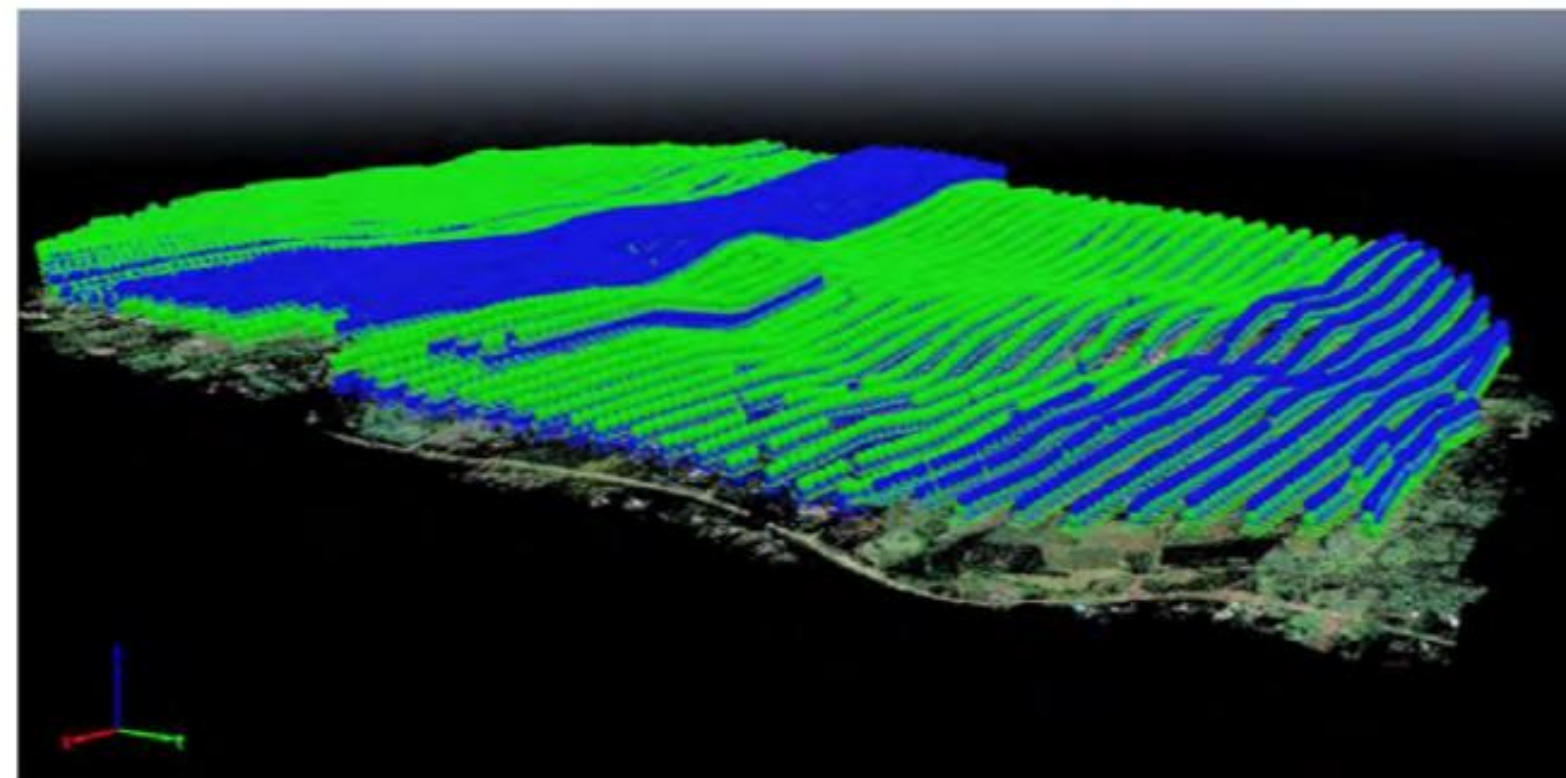
https://assets.ctfassets.net/go54bjdzbrqi/2x3WZj2ncCImD1FkDE0mBE/a732e9dc543bb0fe8c79b9f698eac45e/BLOG_drone-mapping-for-every-type-of-construction-project.pdf

การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากโดรน เพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง



Dam construction

- Before construction → Using drones was the most efficient and cost-effective way to get an aerial overview and create 3D models of the terrain.



≈ 8 km²

31

https://assets.ctfassets.net/go54bjdzbrgi/2x3WZj2ncCImD1FKDE0mBE/a732e9dc543bb0fe8c79b9f698eac45e/BLOG_drone-mapping-for-every-type-of-construction-project.pdf

โอกาสของการใช้ UAV Photogrammetry ในการเป็นเครื่องมือเสริมในการติดตามงานก่อสร้าง

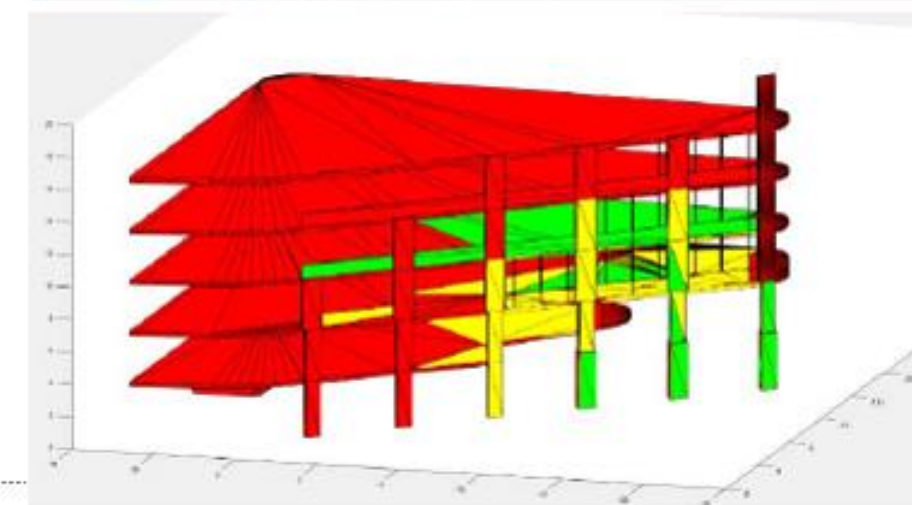
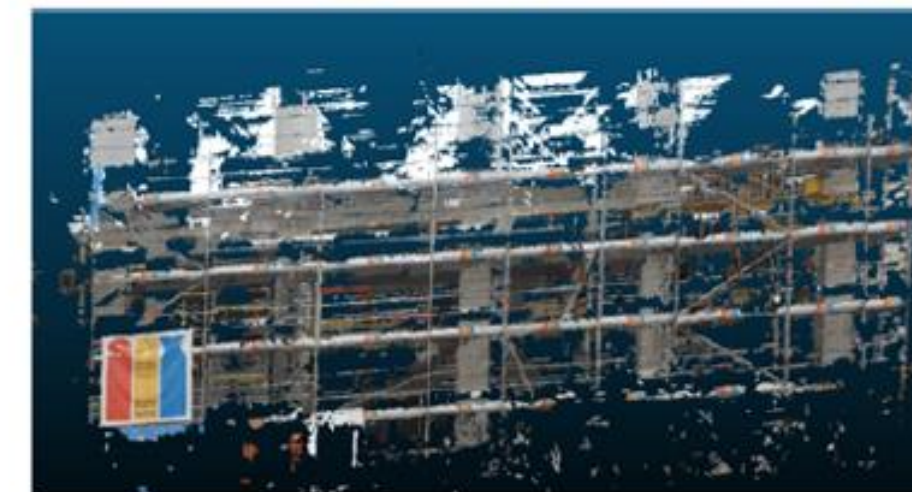
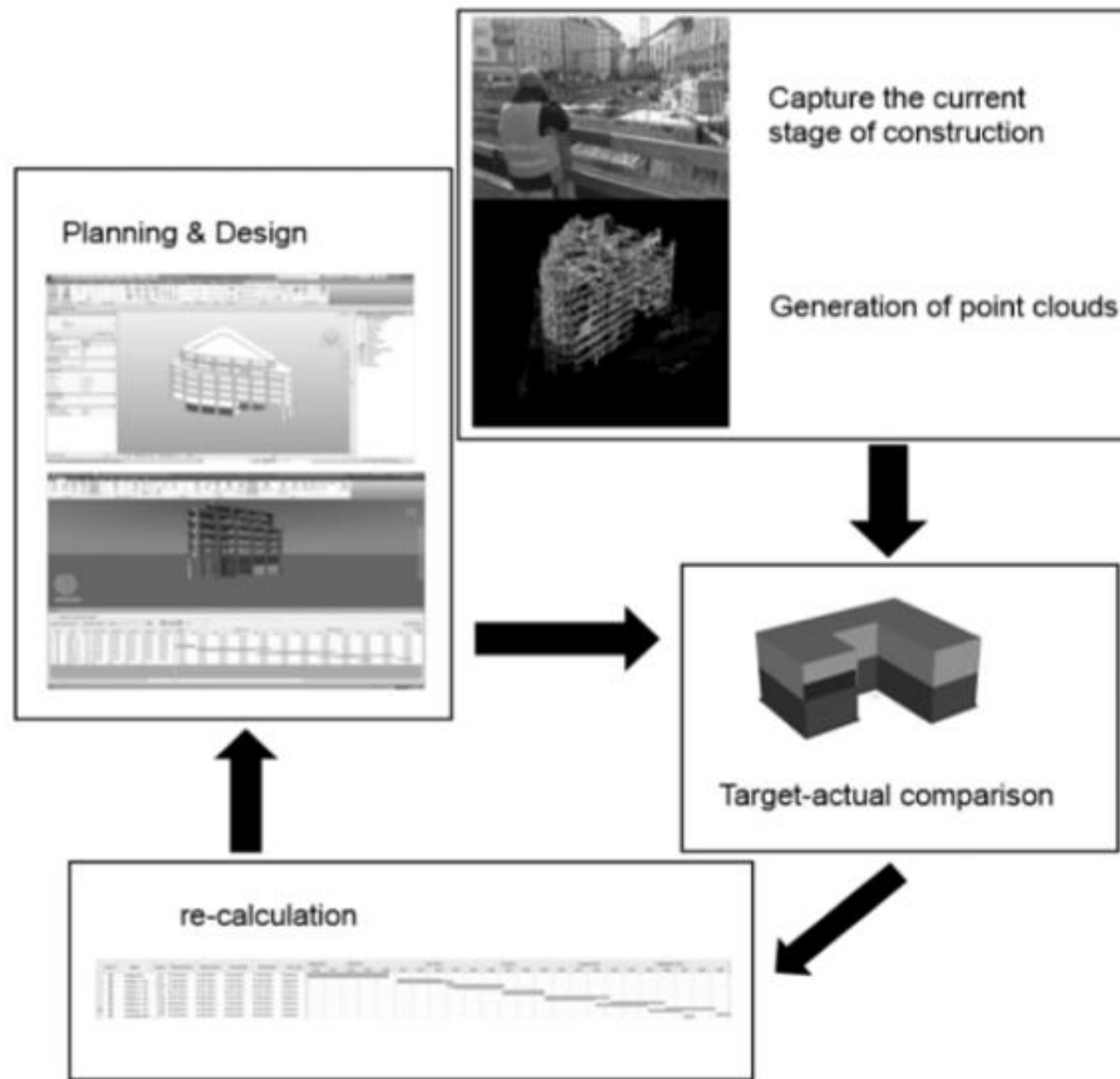


การติดตามความก้าวหน้างานก่อสร้าง

(Construction Progress Monitoring)

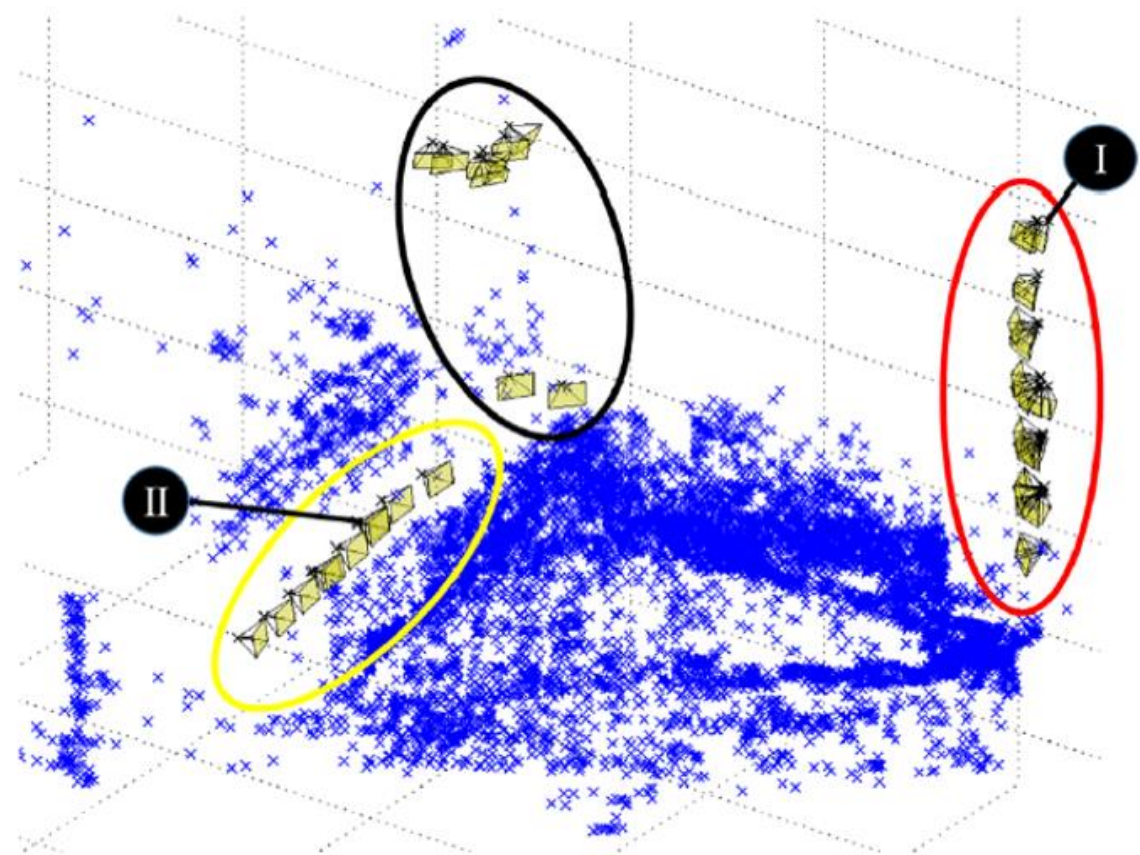
- เป็นกระบวนการของการวัดหรือการตรวจสอบงานที่ทำเป็นประจำเป็นช่วง ๆ โดยติดตามดูว่าการปฏิบัติงานตามโครงการนั้นได้ผลงานก้าวหน้าไปในทิศทางที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานตลอดจนงบประมาณที่กำหนดไว้หรือไม่
- จะเริ่มตั้งแต่เริ่มงานจนส่งมอบงาน โดยวางแผนก่อสร้างของโครงการ และเข้าถึงการออกแบบสถาปัตยกรรม-วิศวกรรม งานสถาปัตยกรรมภายใน งานภูมิสถาปัตยกรรม ครอบคลุมทุกงานเพื่อการประสานงานที่ลงตัว ซึ่งจะช่วยให้ลดปัญหาการล่าช้าในการก่อสร้างไปได้มากและส่งผลให้ได้งานที่มีคุณภาพ ตามความคาดหวังของเจ้าของโครงการให้มากที่สุด

โอกาสของการใช้ UAV Photogrammetry ในการเป็นเครื่องมือเสริมในการติดตามงานก่อสร้าง อาคาร: ตัวอย่างที่ 1

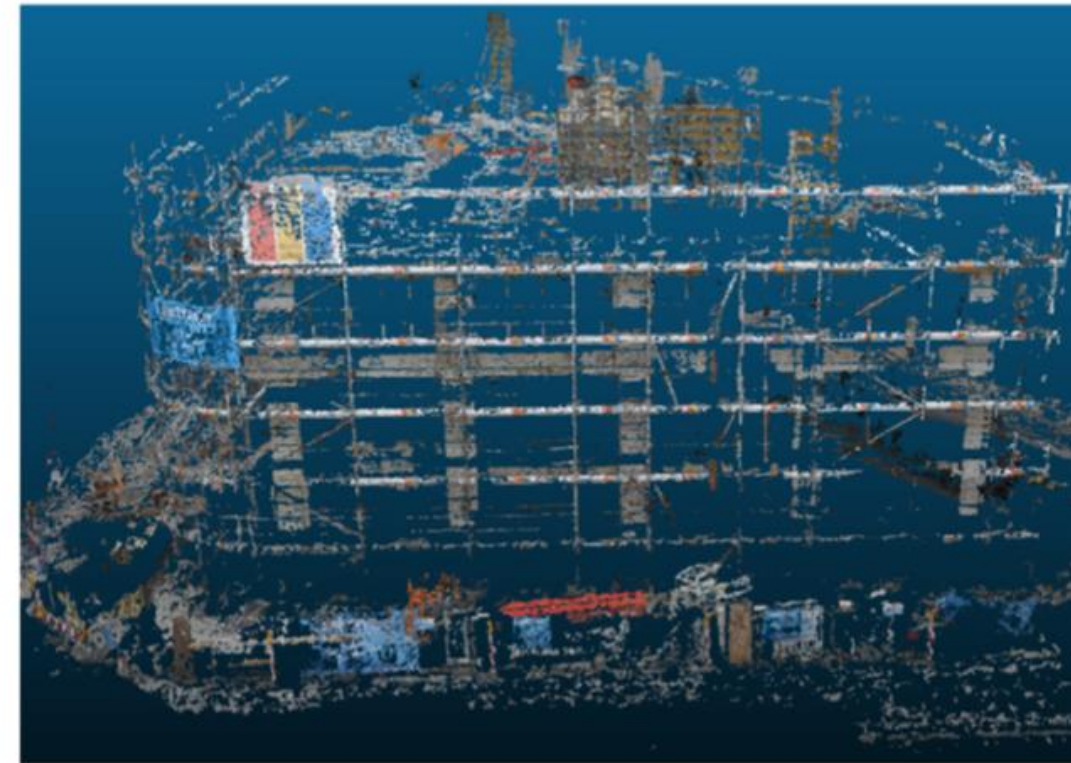


ขั้นตอนการตรวจสอบความก้าวหน้าการก่อสร้าง (Braun et al., 2015)

โอกาสของการใช้ UAV Photogrammetry ในการ เป็นเครื่องมือเสริมในการติดตามงานก่อสร้าง อาคาร: ตัวอย่างที่ 2

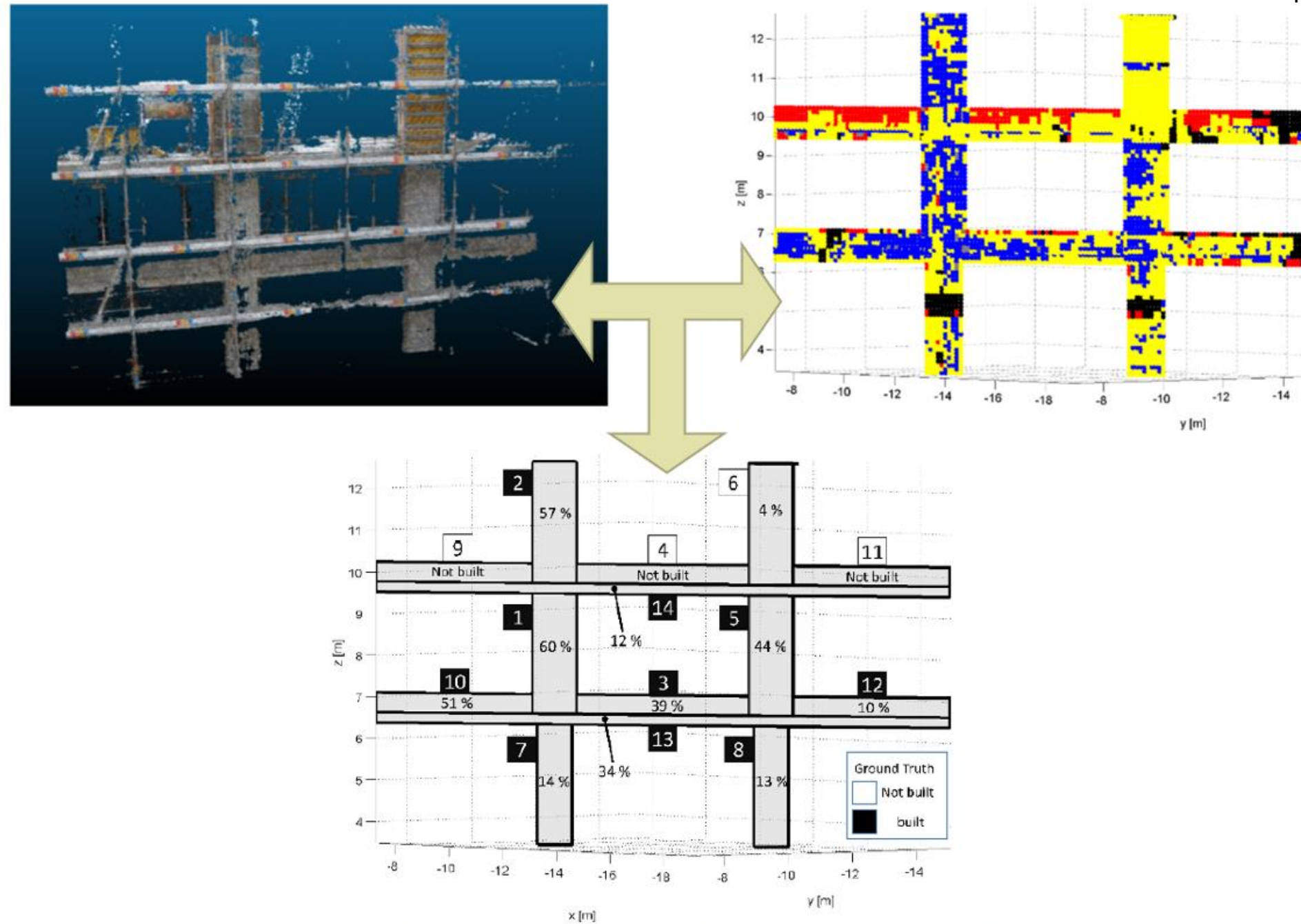


อาคารที่ถูกตรวจสอบและการสำรวจด้วยภาพ (Tuttas et al. , 2014)



Point cloud ของอาคารที่ถูกตรวจสอบ (Tuttas et al. , 2014)

โอกาสของการใช้ UAV Photogrammetry ในการ เป็นเครื่องมือเสริมในการติดตามงานก่อสร้าง อาคาร: ตัวอย่างที่ 2



ผลลัพธ์การติดตามความก้าวหน้า (Tuttas et al. , 2014)

โอกาสของการใช้ UAV Photogrammetry ในการเป็นเครื่องมือเสริมในการติดตามงานก่อสร้างถนน



Among other types of outputs, drone data enables detailed point clouds that allow for volume assessment and tracking of road construction.



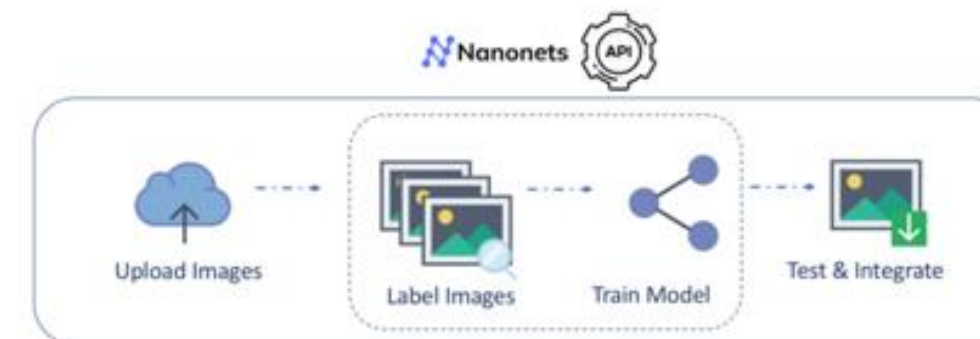
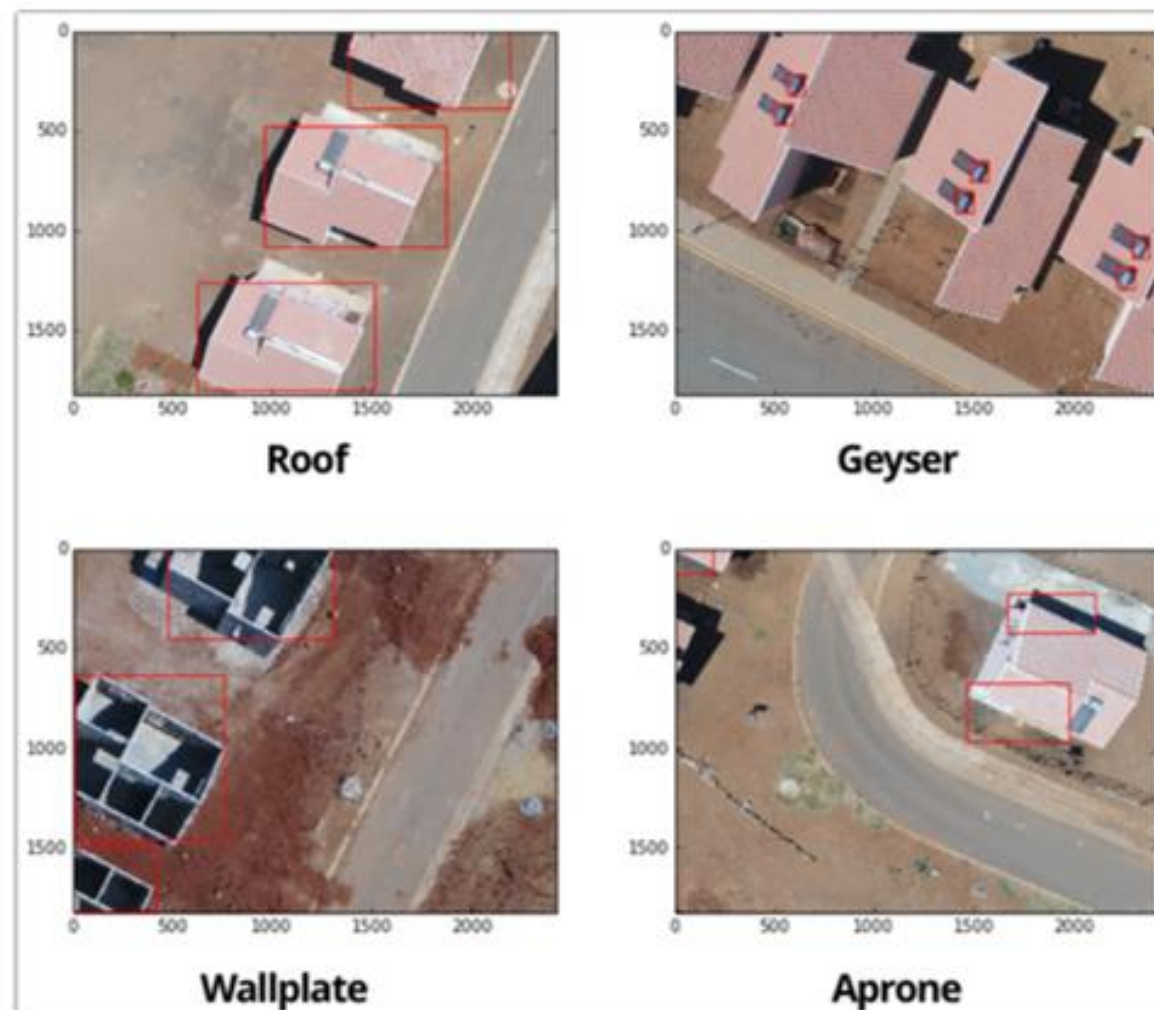
Cost of a single 5 km (3 mi) road construction survey

WingtraOne	Multicopter	Helicopter	Terrestrial laser scanner
2.5 hrs ~270 \$	9 hrs ~970 \$	0 hrs >11K \$ Outsourced	6 days 5,2K \$

36

https://wingtra.com/case_studies/road-surveys-with-vtol-drone-data/

Drone & AI Drone Imagery using Deep learning



End-to-end flow of the Nanonets API

บทที่ 4

แบบทดสอบ และประเมินผลหลังเรียน

4.1 แบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post Test)



ส่วนที่ 1 ลงทะเบียน

ชื่อ – นามสกุล.....
 สถานประกอบการ.....
 E mail..... โทรศัพท์.....

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ: (Pretest)

คำชี้แจง 1) แบบทดสอบมี 7 หัวข้อ รวม 28 ข้อ (28 คะแนน)

2) จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว หรือเรียงลำดับตามคำสั่ง

1. จงเรียงลำดับเทคนิค GNSS ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด (ใส่หมายเลข)

..... Real-time Kinematic

..... Single frequency GNSS

..... DGPS

..... Static GNSS

..... Post-Processed Kinematic

2. สภาพการใช้งานในพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง การใช้งาน Base กับ Rover ในรูปแบบ RTK (ไม่ใช้ Network RTK หรือ CORS ช่วย) จะสามารถใช้งานได้ดีถึงรัศมีเท่าไร

100 – 200 เมตร

6 – 8 กิโลเมตร

10 – 20 กิโลเมตร

50 – 70 กิโลเมตร

3. ค่า PDOP เท่าไร ที่จะให้ค่าพิกัดคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2

3

6

9

4. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการประมวลผลภาพด้วย Drone

Drone RTK สามารถเชื่อมต่อกับ Network RTK หรือ CORS เพื่อรับค่าแก้ไขได้

หากภาพที่ได้จาก Drone RTK มีจำนวนภาพที่มีค่าพิกัดแบบ Float มากกว่าค่าพิกัดแบบ Fixed เมื่อประมวลผลภาพแล้วจะได้ภาพแผนที่ที่แม่นยำกว่า

การบินด้วย Drone RTK ควรทำ GCP อย่างน้อย 1 – 2 จุด

การใช้ Drone PPK ให้ความถูกต้องของภาพสูงกว่า Drone RTK แต่เสียเวลาประมวลผลมากกว่า

5. ข้อกฎหมายกำหนดการบินโดรนในประเทศไทย ห้ามทำการบินโดยใช้ความสูงเกินกี่เมตร

60 เมตร

90 เมตร

120 เมตร

150 เมตร

6. ในการวางแผนการบินให้เหมาะกับพื้นที่สำรวจภาพต้องซ้อนทับ (Overlap) กันอย่างน้อยเท่าไร

Frontal 50 และ Side 50

Frontal 60 และ Side 70

Frontal 75 และ Side 60

Frontal 90 และ Side 80

7. GNSS System ที่เหมาะสมควรเลือกตัวไหน

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> GPS + SBAS | <input type="checkbox"/> GPS + GLonass + QZSS |
| <input type="checkbox"/> GPS + Beidou + Galileo | <input type="checkbox"/> GPS + Glonass + Beidou + Galileo + QZSS + SBAS |

8. กรณีที่เราต้องการค่าปรับแก้ในภาคสนาม 1 วัน โดยไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย 4G เราควรเลือกใช้พันธุ์ไทยรุ่นใด

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> PANTAI PRBL2MOB | <input type="checkbox"/> PANTAI PRBL2BASE |
| <input type="checkbox"/> PANTAI PRML2 | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |

9. ข้อใดไม่ใช่ประเภทของอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fixed wing | <input type="checkbox"/> Multicopter |
| <input type="checkbox"/> VTOL | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |

10. ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการใช้งานจุดควบคุมภาคพื้นดินสำหรับการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งบนโลก | <input type="checkbox"/> เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่ง |
| <input type="checkbox"/> ข้อ ก และ ข ถูก | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |

11. ข้อใดไม่ใช่ซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลภาพสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> WebODM | <input type="checkbox"/> Pix4D |
| <input type="checkbox"/> CloudCompare | <input type="checkbox"/> Agisoft Metashape |

12. ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจด้วยภาพถ่าย

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Point cloud | <input type="checkbox"/> แบบจำลองระดับ (DEM) |
| <input type="checkbox"/> Orthophoto | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |

13. ข้อใดคือสเปคขั้นต่ำของคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการ Windows สำหรับใช้งาน WebODM

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Memory อย่างน้อย 4GB ขึ้นไป | <input type="checkbox"/> Hard Disk อย่างน้อย 20GB ขึ้นไป |
| <input type="checkbox"/> รองรับ CPU 32-bit และ 64-bit | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ ก และ ข |

14. ข้อใดเป็นโปรแกรมประมวลผลภาพแบบเชิงพาณิชย์

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ODM | <input type="checkbox"/> Pix4D |
| <input type="checkbox"/> MICMAC | <input type="checkbox"/> WebODM |

15. ข้อมูล Digital Elevation Model ใน WebODM มีกี่แบบอะไรบ้าง

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 แบบ คือ DEM | <input type="checkbox"/> 2 แบบ คือ DSM และ DTM |
| <input type="checkbox"/> 3 แบบ คือ DSM, DTM, Hillshade | <input type="checkbox"/> 4 แบบ คือ DSM, DTM, Hillshade, Texture |

16. ถ้าต้องการสร้างไฟล์ GCP Text file จะทำในเมนูอะไร

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ground Control Point Interface | <input type="checkbox"/> Dashboard |
| <input type="checkbox"/> Processing Nodes | <input type="checkbox"/> Diagnostic |

17. ถ้าต้องการเรียกบริการข้อมูลรูปแปลงที่ดินจากระบบค้นหารูปแปลงที่ดิน จะต้องใช้การบริการประเภทใดที่จะสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านโปรแกรม QGIS

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Web Feature Service (WFS) | <input type="checkbox"/> Web Map Service (WMS) |
| <input type="checkbox"/> Web Coverage Service (WCS) | <input type="checkbox"/> Web Processing Service (WPS) |

18. ถ้าต้องการแสดงรูปภาพมุมสูงที่ถ่ายจากโดรน ซึ่งจะต้องมีความเชื่อมโยงกับข้อมูลรูปแปลงที่ดิน จะต้องใช้เครื่องมือใด

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Add Image | <input type="checkbox"/> Actions |
| <input type="checkbox"/> Fields | <input type="checkbox"/> Labels |

19. แอปพลิเคชันไหนที่สามารถเชื่อมกับโปรแกรม QGIS เพื่อ Sync กับข้อมูลที่สำรวจจากภาคสนามได้

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Pix4Dcapture | <input type="checkbox"/> MyGPS |
| <input type="checkbox"/> QField | <input type="checkbox"/> DroneBlocks |

20. ถ้าต้องการจะถ่ายโอนข้อมูลแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลลงในโปรแกรม QGIS ต้องใช้ปลั๊กอินอะไร

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ImportPhoto | <input type="checkbox"/> ExcelSync |
| <input type="checkbox"/> QRealTime | <input type="checkbox"/> QField Sync |

21. เหมืองแร่มีกี่ประเภท แต่ละประเภทต้องรายงานข้อมูลการรังวัดภูมิประเทศด้วยอากาศยานไร้คนขับปีละกี่ครั้ง

- 1 ประเภท ส่งรายงานข้อมูลปีละ 1 ครั้ง
- 2 ประเภท ประเภทที่ 1 รายงานข้อมูลปีละครั้ง ประเภทที่ 2 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง
- 3 ประเภท ประเภทที่ 1 และ 2 รายงานข้อมูลปีละครั้ง ประเภทที่ 3 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง
- 3 ประเภท ประเภทที่ 1 รายงานข้อมูลปีละ 1 ครั้ง ประเภทที่ 2 และ 3 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง

22. ข้อใดต่อไปนี้มีผลต่อความคมชัดของภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับน้อยที่สุด

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> ความสูงบิน | <input type="checkbox"/> ความละเอียดกล้องถ่ายภาพ |
| <input type="checkbox"/> ความเร็วบิน | <input type="checkbox"/> จุดเปิดถ่ายภาพ |

23. หากถ่ายภาพวัตถุที่มีการเคลื่อนที่การตั้งค่ากล้องอย่างไรมีผลกับความคมชัดของภาพน้อยที่สุด

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า Aperture | <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า Speed Shutter |
| <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า ISO | <input type="checkbox"/> เพิ่มค่า White Balance |

24. จุดที่ต้องทำการรังวัดค่าพิกัดตำแหน่งในภูมิประเทศจริง และรังวัดค่าพิกัดในผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของภาพถ่าย เพื่อที่จะตรวจสอบค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล คือข้อใด
- Ground Control Point Check Point
 Fiducial Mark Principal Point
25. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลสำหรับการวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูง ขนาดพื้นที่เหมาะสมกับการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจ ไม่มีข้อถูก
26. ระดับความสูงบินของอากาศยานไร้คนขับมีผลต่อสิ่งใด
- ความละเอียดจุดพื้นดิน (GSD) ความถูกต้องของผลลัพธ์
 จำนวนภาพถ่าย ถูกทุกข้อ
27. จำนวนจุดควบคุมภาพถ่ายอย่างน้อยที่จุดต่อบล็อกการประมวลผลภาพถ่าย
- 4 จุด 5 จุด
 6 จุด ไม่มีข้อถูก
28. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานก่อสร้าง
- การคำนวณหาปริมาณวัสดุและแรงงานที่จะใช้ ในการก่อสร้าง
 การสำรวจเพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง
 การติดตามความก้าวหน้าในงานก่อสร้าง
 การคำนวณปริมาณงานดินตัด-ถม

4.2 แบบประเมินหลังการพัฒนาทักษะ (Post Embedded Skill)



ส่วนที่ 1 สำหรับผู้เรียน

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ – นามสกุล.....
สถานประกอบการ.....

เปรียบเทียบความรู้และทักษะที่ได้รับหลังเข้าร่วมพัฒนากิจกรรม กับ พื้นฐานความรู้เดิม

- () ได้พัฒนากิจกรรมใหม่ที่เพิ่มเติมและเป็นประโยชน์ มากกว่าความรู้เดิม
() ไม่ได้ได้รับการพัฒนากิจกรรม

ความพึงพอใจต่อหลักสูตรพัฒนากิจกรรม

- () พึงพอใจมากที่สุด
() พึงพอใจมาก
() พึงพอใจปานกลาง
() พึงพอใจน้อย

ส่วนที่ 2 สำหรับเจ้าของกิจการ หรือหัวหน้างาน

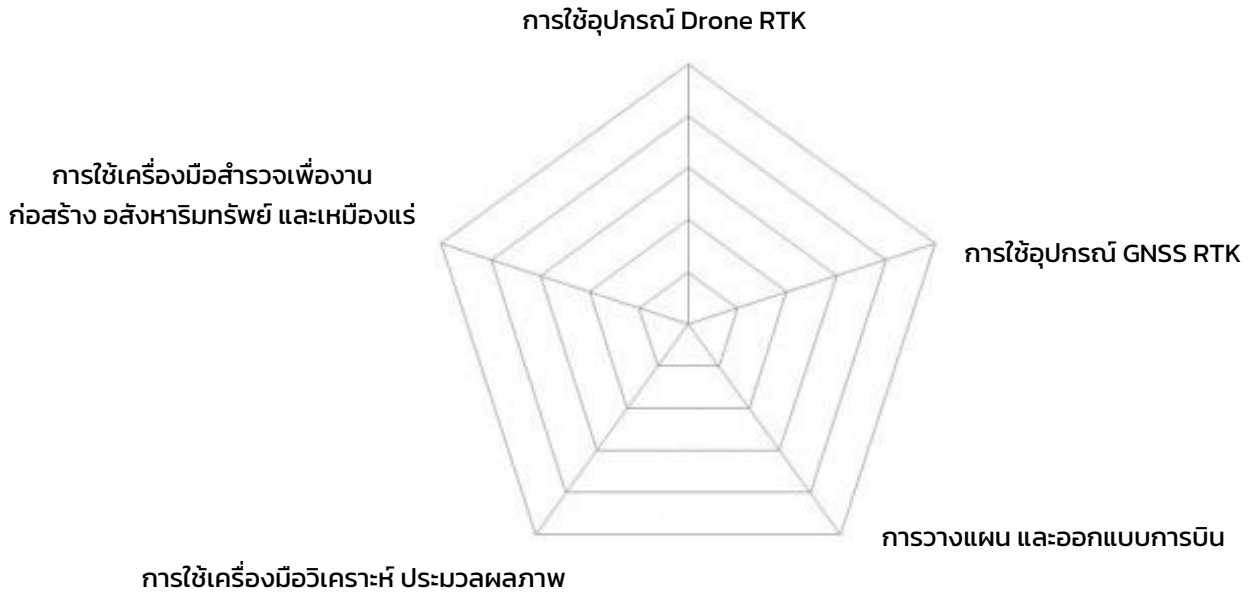
ประเมินผู้เรียน โดยให้คะแนน มีความหมายระดับคะแนน ดังนี้

- 0 = Beginner ไม่มีความรู้ ไม่มีทักษะ
1 = Learner มีความเข้าใจในทฤษฎีเบื้องต้น
2 = Practitioner มีความเข้าใจในทฤษฎีอย่างเต็มที่ มีความรู้ด้านปฏิบัติเล็กน้อย สามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาที่ไม่ซับซ้อนได้
3 = Experienced มีความเข้าใจในทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเต็มที่ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาซับซ้อนปานกลางได้
4 = Embedded เกิดทักษะติดตัว สามารถเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนมากได้ และสามารถกำหนดแผนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานในองค์กรได้ และนำไปสู่การต่อยอดเพื่อลงมือทำจริง
5 = Broaden เกิดทักษะอย่างถ่องแท้ในระดับผู้เชี่ยวชาญ และสามารถถ่ายทอดทักษะให้แก่ผู้อื่นได้

กรุณา (✓) ในช่องระดับคะแนน

ผลลัพธ์ทักษะ	ระดับคะแนน					
	0	1	2	3	4	5
1. การใช้อุปกรณ์ Drone RTK						
2. การใช้อุปกรณ์ GNSS RTK						
3. การวางแผน และการออกแบบการบิน						
4. การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ประมวลผลภาพ						
5. ทักษะการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานสำรวจก่อสร้าง อสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่						

การวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะด้วยกราฟเรดาร์ (Radar Chart)



4.3 เฉลยแบบทดสอบหลังพัฒนาทักษะ (Post Test Answer)



ส่วนที่ 1 ลงทะเบียน

ชื่อ – นามสกุล.....
 สถานประกอบการ.....
 E mail..... โทรศัพท์.....

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบก่อนพัฒนาทักษะ: (Pretest)

คำชี้แจง 1) แบบทดสอบมี 7 หัวข้อ รวม 28 ข้อ (28 คะแนน)

2) จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว หรือเรียงลำดับตามคำสั่ง

1. จงเรียงลำดับเทคนิค GNSS ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด (ใส่หมายเลข)

.....3..... Real-time Kinematic 1..... Single frequency GNSS 2..... DGPS
5..... Static GNSS 4..... Post-Processed Kinematic

2. สภาพการใช้งานในพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง การใช้งาน Base กับ Rover ในรูปแบบ RTK (ไม่ใช่ Network RTK หรือ CORS ช่วย) จะสามารถใช้งานได้ดีถึงรัศมีเท่าไร

100 – 200 เมตร 6 – 8 กิโลเมตร
 10 – 20 กิโลเมตร 50 – 70 กิโลเมตร

3. ค่า PDOP เท่าไร ที่จะให้ค่าพิกัดคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2 3
 6 9

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรื่องที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการประมวลผลภาพด้วย Drone

Drone RTK สามารถเชื่อมต่อกับ Network RTK หรือ CORS เพื่อรับค่าแก้ไขได้
 หากภาพที่ได้จาก Drone RTK มีจำนวนภาพที่มีค่าพิกัดแบบ Float มากกว่าค่าพิกัดแบบ Fixed เมื่อประมวลผลภาพแล้วจะได้ภาพแผนที่ที่แม่นยำกว่า
 การบินด้วย Drone RTK ควรทำ GCP อย่างน้อย 1 – 2 จุด
 การใช้ Drone PPK ให้ความถูกต้องของภาพสูงกว่า Drone RTK แต่เสียเวลาประมวลผลมากกว่า

5. ข้อกฎหมายกำหนดการบินโดรนในประเทศไทย ห้ามทำการบินโดยใช้ความสูงเกินกี่เมตร

60 เมตร 90 เมตร
 120 เมตร 150 เมตร

6. ในการวางแผนการบินให้เหมาะกับพื้นที่สำรวจภาพต้องซ้อนทับ (Overlap) กันอย่างน้อยเท่าไร

Frontal 50 และ Side 50 Frontal 60 และ Side 70
 Frontal 75 และ Side 60 Frontal 90 และ Side 80

7. GNSS System ที่เหมาะสมควรเลือกตัวไหน

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> GPS + SBAS | <input type="checkbox"/> GPS + GLonass + QZSS |
| <input type="checkbox"/> GPS + Beidou + Galileo | <input checked="" type="checkbox"/> GPS + Glonass + Beidou + Galileo + QZSS + SBAS |

8. กรณีที่เราต้องการค่าปรับแก้ในภาคสนาม 1 วัน โดยไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย 4G เราควรเลือกใช้พันธุ์ไทยรุ่นใด

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> PANTAI PRBL2MOB | <input type="checkbox"/> PANTAI PRBL2BASE |
| <input type="checkbox"/> PANTAI PRML2 | <input type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |

9. ข้อใดไม่ใช่ประเภทของอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Fixed wing | <input type="checkbox"/> Multicopter |
| <input type="checkbox"/> VTOL | <input checked="" type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |

10. ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการใช้งานจุดควบคุมภาคพื้นดินสำหรับการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งบนโลก | <input type="checkbox"/> เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่ง |
| <input checked="" type="checkbox"/> ถูกทั้ง 2 ข้อ | <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก |

11. ข้อใดไม่ใช่ซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลภาพสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> WebODM | <input type="checkbox"/> Pix4D |
| <input checked="" type="checkbox"/> CloudCompare | <input type="checkbox"/> Agisoft Metashape |

12. ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจด้วยภาพถ่าย

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Point cloud | <input type="checkbox"/> แบบจำลองระดับ (DEM) |
| <input type="checkbox"/> Orthophoto | <input checked="" type="checkbox"/> ถูกทุกข้อ |

13. ข้อใดคือสเปคขั้นต่ำของคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการ Windows สำหรับใช้งาน WebODM

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Memory อย่างน้อย 4GB ขึ้นไป | <input type="checkbox"/> Hard Disk อย่างน้อย 20GB ขึ้นไป |
| <input type="checkbox"/> ไม่มีข้อถูก | <input checked="" type="checkbox"/> ถูกทั้ง 2 ข้อ |

14. ข้อใดเป็นโปรแกรมประมวลผลภาพแบบเชิงพาณิชย์

- | | |
|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> ODM | <input checked="" type="checkbox"/> Pix4D |
| <input type="checkbox"/> MICMAC | <input type="checkbox"/> WebODM |

15. ข้อมูล Digital Elevation Model ใน WebODM มีกี่แบบอะไรบ้าง

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 แบบ คือ DEM | <input checked="" type="checkbox"/> 2 แบบ คือ DSM และ DTM |
| <input type="checkbox"/> 3 แบบ คือ DSM, DTM, Hillshade | <input type="checkbox"/> 4 แบบ คือ DSM, DTM, Hillshade, Texture |

16. ถ้าต้องการสร้างไฟล์ GCP Text file จะทำในเมนูอะไร

- Ground Control Point Interface
- Processing Nodes
- Dashboard
- Diagnostic

17. ถ้าต้องการเรียกบริการข้อมูลรูปแปลงที่ดินจากระบบคันหารูปแปลงที่ดิน จะต้องใช้การบริการประเภทใดถึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านโปรแกรม QGIS

- Web Feature Service (WFS)
- Web Coverage Service (WCS)
- Web Map Service (WMS)
- Web Processing Service (WPS)

18. ถ้าต้องการแสดงรูปภาพมุมสูงที่ถ่ายจากโดรน ซึ่งจะต้องมีความเชื่อมโยงกับข้อมูลรูปแปลงที่ดิน จะต้องใช้เครื่องมือใด

- Add Image
- Fields
- Actions
- Labels

19. แอปพลิเคชันไหนที่สามารถเชื่อมกับโปรแกรม QGIS เพื่อ Sync กับข้อมูลที่สำรวจจากอากาศยานได้

- Pix4Dcapture
- QField
- MyGPS
- DroneBlocks

20. ถ้าต้องการจะถ่ายโอนข้อมูลแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลลงในโปรแกรม QGIS ต้องใช้ปลั๊กอินอะไร

- ImportPhoto
- QRealTime
- ExcelSync
- QField Sync

21. เหมืองแร่มีกี่ประเภท แต่ละประเภทต้องรายงานข้อมูลการรังวัดภูมิประเทศด้วยอากาศยานไร้คนขับปีละกี่ครั้ง

- 1 ประเภท ส่งรายงานข้อมูลปีละ 1 ครั้ง
- 2 ประเภท ประเภทที่ 1 รายงานข้อมูลปีละครั้ง ประเภทที่ 2 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง
- 3 ประเภท ประเภทที่ 1 และ 2 รายงานข้อมูลปีละครั้ง ประเภทที่ 3 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง
- 3 ประเภท ประเภทที่ 1 รายงานข้อมูลปีละ 1 ครั้ง ประเภทที่ 2 และ 3 รายงานข้อมูลปีละ 2 ครั้ง

22. ข้อใดต่อไปนี้มีผลต่อความคมชัดของภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับน้อยที่สุด

- ความสูงบิน
- ความเร็วบิน
- ความละเอียดกล้องถ่ายภาพ
- จุดเปิดถ่ายภาพ

23. หากถ่ายภาพวัตถุที่มีการเคลื่อนที่การตั้งค่ากล้องอย่างไรมีผลกับความคมชัดของภาพน้อยที่สุด

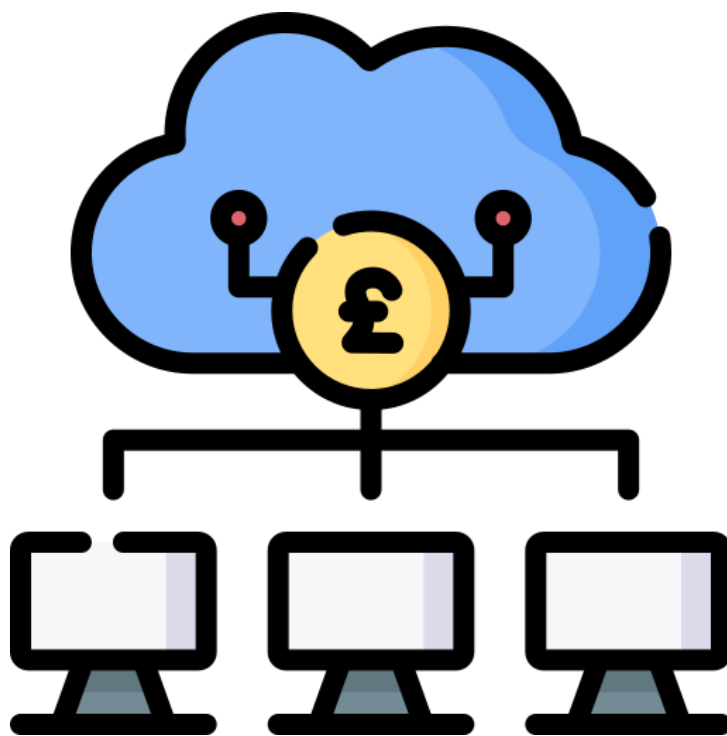
- เพิ่มค่า Aperture
- เพิ่มค่า ISO
- เพิ่มค่า Speed Shutter
- เพิ่มค่า White Balance

24. จุดที่ต้องทำการรังวัดค่าพิกัดตำแหน่งในภูมิประเทศจริง และรังวัดค่าพิกัดในผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของภาพถ่าย เพื่อที่จะตรวจสอบค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล คือข้อใด
- Ground Control Point Check Point
 Fiducial Mark Principal Point
25. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลสำหรับการวางแผนการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
- ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูง ขนาดพื้นที่เหมาะสมกับการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ
 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจ ไม่มีข้อถูก
26. ระดับความสูงบินของอากาศยานไร้คนขับมีผลต่อสิ่งใด
- ความละเอียดจุดพื้นดิน (GSD) ความถูกต้องของผลลัพธ์
 จำนวนภาพถ่าย ถูกทุกข้อ
27. จำนวนจุดควบคุมภาพถ่ายอย่างน้อยที่สุดต่อลือการประมวลผลภาพถ่าย
- 4 จุด 5 จุด
 6 จุด ไม่มีข้อถูก
28. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับกับงานก่อสร้าง
- การคำนวณหาปริมาณวัสดุและแรงงานที่จะใช้ ในการก่อสร้าง
 การสำรวจเพื่อการออกแบบงานก่อสร้าง
 การติดตามความก้าวหน้าในงานก่อสร้าง
 การคำนวณปริมาณงานดินตัด-ถม

บทที่ 5 : แผนงาน (Action Plan)



5.1 แบบฟอร์มแผนงาน (Action Plan)



ส่วนที่ 1 สำหรับผู้เข้าร่วมพัฒนาทักษะ

ชื่อ-นามสกุล.....ชื่อสถานประกอบการ.....

หลักสูตร.....

ชื่อแผนงาน / ความต้องการ.....

วัตถุประสงค์.....

ที่	เป้าหมาย/ความต้องการ/ ปัญหา	กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไข	วิธีการดำเนินงาน (ระบุอย่างละเอียด)	ตัวชี้วัด	ระยะเวลา	ทรัพยากรที่มี
						งบประมาณ

ส่วนที่ 2 สำหรับหัวหน้างาน หรือ เจ้าของกิจการ

พิจารณาแผนที่ผู้เรียนนำเสนอ

.....

.....

แผนการต่อยอดหรือลงทุนจากทักษะที่ได้รับ

ที่	รายการ	พร้อมดำเนินงานทันที	มีแผนการดำเนินงานในอนาคต	โปรดอธิบายเพิ่มเติม	หมายเหตุ
1	ทำนสนใจลงทุนใน เครื่องจักร	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	ทำนสนใจลงทุนใน กำลังคน เช่น มีการจ้างงานเพิ่มขึ้นเพื่อควบคุมเครื่องจักรที่ได้ลงทุนเพิ่ม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	ทำนสนใจต่อยอดและลงทุน ในด้านอื่น ๆ โปรดระบุ.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

KNOWLEDGE MANAGEMENT

หลักสูตรทักษะ DRONE สำหรับ เพื่องานก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่

ภายใต้แผนงานพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีของ
บุคลากรภาคอุตสาหกรรม
โครงการสร้างกำลังคนและทักษะแห่งอนาคตในภูมิภาค
เพื่อตบโจทยการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ
ประจำปีงบประมาณ 2563

จัดทำโดย

อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือตอนล่าง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

