การรังวัดและทำแผนที่ด้วยระบบโครงข่ายดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)

นำเสนอโดย

นายวิทยา บุญชุ่ม

ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาการรังวัดโดยระบบดาวเทียม

กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน

ดร.ภีระ ยมวัน

หัวข้อบรรยาย

- วิวัฒนาการรังวัดที่ดินและปัญหาที่ผ่านมา
- ระบบพิกัดและหลักการรังวัดด้วย GNSS
- ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)
- การปฏิบัติงานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมตามระเบียบกรมที่ดิน
- ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม

วิวัฒนาการรังวัดของกรมที่ดิน

- ยังไม่มีระบบรังวัดที่แน่นอน ใช้หลักฐานเป็น ใบจองที่นา, ตราตั้ง, โฉนดตราจอง
- ใช้ภูมิประเทศ เช่น คันนา คูน้ำ ต้นไม้ใหญ่ เป็นหลักเขต
- การวัดที่ดินทำด้วยวิธีดั้งเดิมวิธีพื้นบ้าน เช่น การก้าววา การใช้เชือก หรือไม้ยาวตามมาตราวัด

ก่อนก่อตั้งกรมที่ดิน

พ.ศ. 2444 (ร.ศ. 120) เป็นต้นมา

- มีโฉนดที่ดินฉบับแรก โดยใช้หลักเขตที่แน่นอน
- จัดตั้งกรมที่ดิน มีหน้าที่รังวัด ออกโฉนด และทำแผนที่
- ใช้โต๊ะแผนที่ (Plane Table) และโซ่ วัดระยะทางและทำแผนที่ภาคสนาม
- ใช้ระบบรังวัดแบบตรีโกณมิติ (Triangulation) อ้างอิงค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานถาวร
- เริ่มมีการทำแผนที่มาตราส่วนต่าง ๆ
- ระบบพิกัด 29 ศูนย์กำเนิด

- ใช้กล้องวัดมุม (Theodolite) และกล้องสำรวจรวม (Total Station ใช้ร่วมกับหมุดหลักฐานถาวร
- เริ่มนำระบบพิกัด UTM และหมุดหลักฐานแผนที่มาใช้อ้างอิงการรังวัด
- วางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ สร้างระวางแผนที่
- มีการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

พ.ศ. 2500–2540

วิวัฒนาการรังวัดของกรมที่ดิน

พ.ศ. 2540 - 2557

- ใช้กล้องวัดมุม (Theodolite) และกล้องสำรวจรวม (Total Station) วางโครงหมุดหลักฐานแผนที่และสร้างระวางแผนที่
- ใช้ระบบดาวเทียมจากสหรัฐอเมริกา (GPS) ในการกำหนดตำแหน่ง
- ปรับแก้โครงข่ายและขยายหมุดดาวเทียม ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ

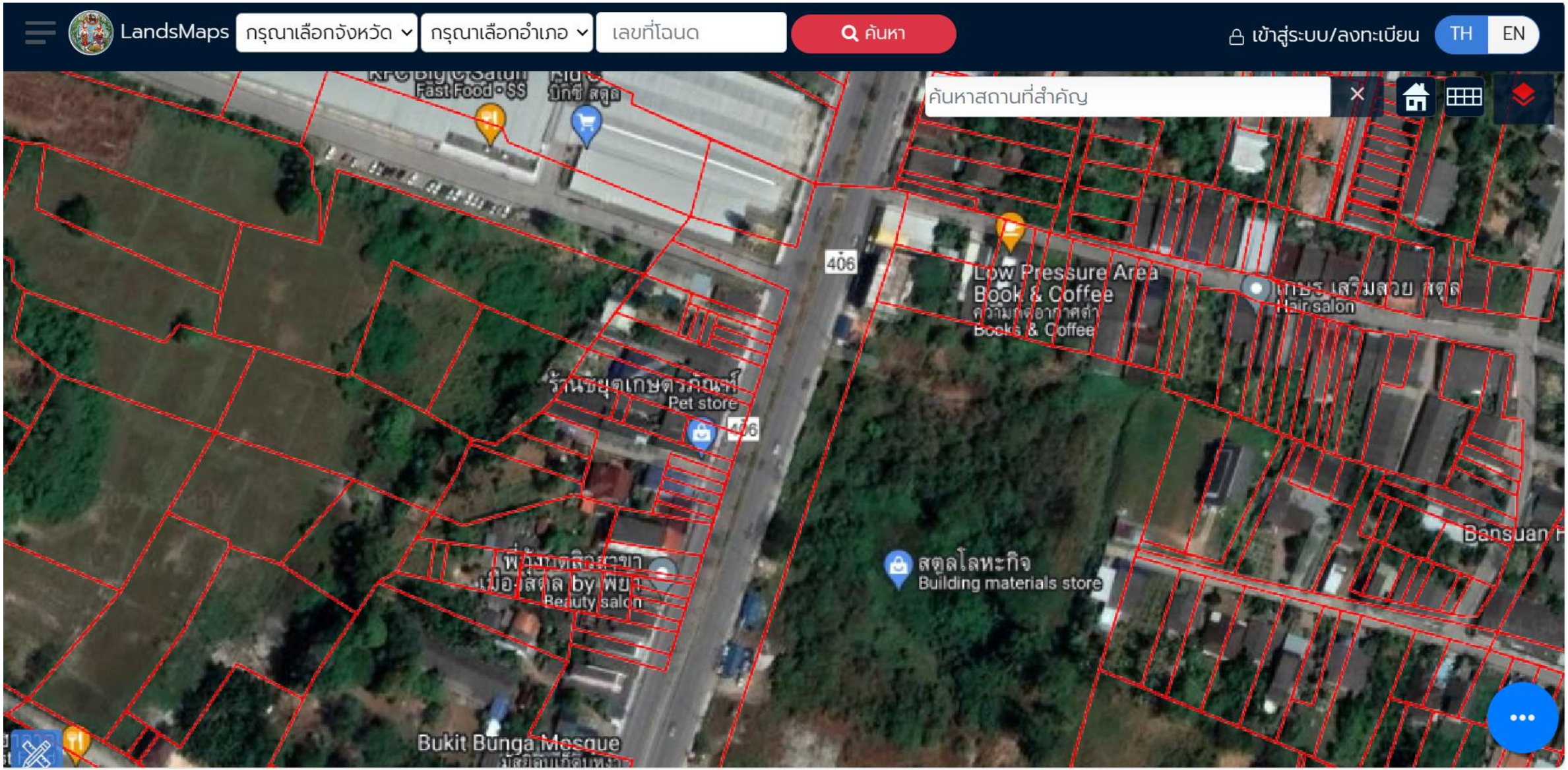
พ.ศ. 2558 – 2568

- การรังวัดรูปแปลงที่ดินด้วยดาวเทียม (Cadastral Survey by GNSS) ครอบคลุมดาวเทียมหลายระบบ เช่น GPS (สหรัฐฯ), GLONASS (รัสเซีย), Galileo (ยุโรป), BeiDou (จีน)
- ติดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิงเป็นระบบโครงข่าย (CORS) ทั่วทั้งประเทศ
- ให้บริการการรังวัดด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ ภายในกรมที่ดินและหน่วยงานภายนอก

ดิจิทัลเต็มรูปแบบ

- ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ สู่โครงสร้างพื้นฐานให้บริการด้านตำแหน่งอ้างอิงแห่งชาติ
- ระบบ GIS & Drone Survey ทำแผนที่ดิจิทัล, ใช้โดรนถ่ายภาพและประมวลผล 3D
- การค้นหาข้อมูลที่ดินออนไลน์
- โฉนดอิเล็กทรอนิกส์ (e-Title Deed) เอกสารสิทธิ์ในรูปแบบดิจิทัล

ตัวอย่างแผนที่รูปแปลงที่ดินของกรมที่ดินในปัจจุบัน



สาเหตุของปัญหาที่ผ่านมา

การรังวัดที่ดินวิธีแผนที่ชั้นสอง

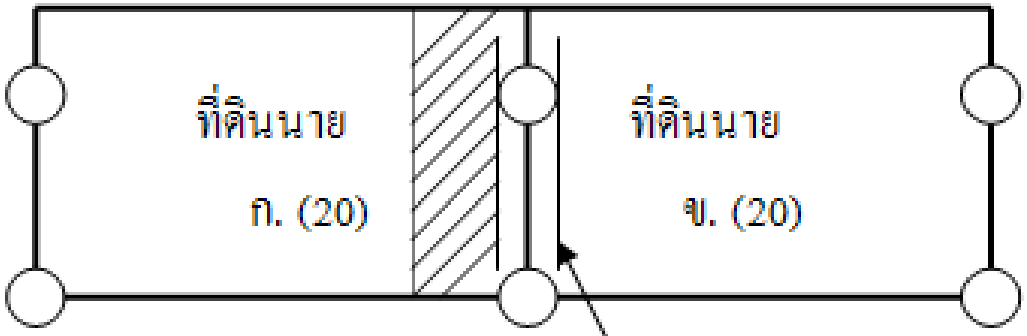
- ไม่มีค่าพิกัดภูมิศาสตร์ไม่ได้อ้างอิงระบบพิกัดมาตรฐาน เช่น UTM หรือ WGS84
- ไม่มีจุดอ้างอิงที่สามารถนำไปตรวจสอบกับตำแหน่งจริงบนภูมิประเทศ แสดงเพียงรูปร่างแปลงที่ดินและขนาดเนื้อที่
- เสมือน “รูปลอย” บนแผนที่ รู้ว่าแปลงที่ดินมีขนาดกี่ไร่กี่งาน แต่ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แท้จริงบนพื้นดินได้
- รังวัดซ้ำมักไม่ตรงกับของเดิม ทำให้เกิดข้อพิพาท

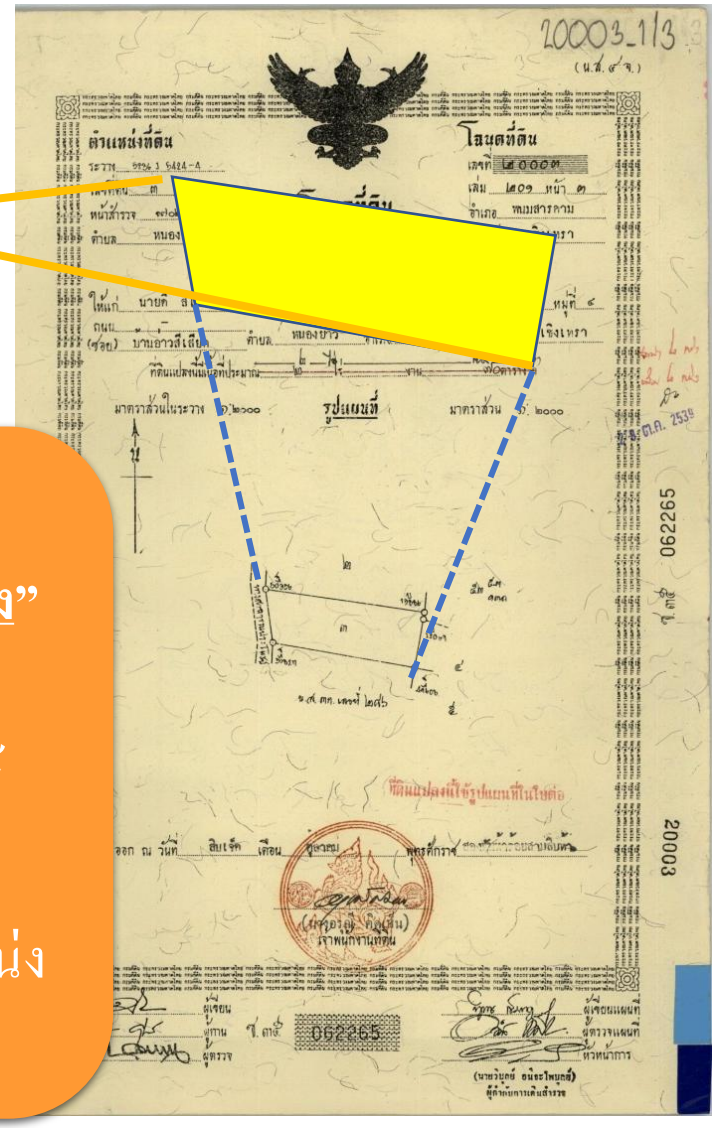
การรังวัดที่ดินวิธีแผนที่ชั้นหนึ่ง ด้วยระบบดาวเทียม (GNSS)

- มีค่าพิกัดที่อ้างอิงกับระบบมาตรฐาน (UTM, WGS84)
- อ้างอิงดาวเทียม ระบบพิกัดโลก และหมุดหลักฐานถาวร
- สามารถระบุตำแหน่งที่แท้จริงบนพื้นดินได้ เชื่อมโยงกับฐานข้อมูล GIS/Remote Sensing ได้
- รังวัดซ้ำตำแหน่งตรงกัน เนื่องจากยึดพิกัดมาตรฐาน ลดข้อพิพาท

สาเหตุของปัญหาที่ผ่านมา

การรังวัดขอบเขตที่ดินตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน
ยึดหลัก “**Agreed Boundary**”





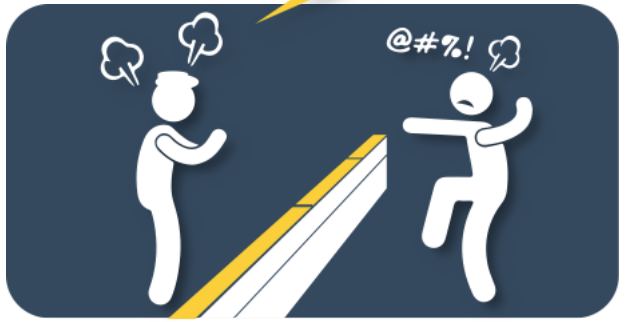
การรังวัดที่ดินที่ผ่านมา
- เป็น “**วิธีแผนที่ชั้นสอง**”
- ได้รูปร่างและเนื้อที่
- ไม่มีค่าพิกัดภูมิศาสตร์
- เปรียบเสมือนรูปลอย
- ไม่สามารถระบุตำแหน่งในพื้นที่ได้ชัดเจน

หากตกลงกันไม่ได้เกิดเป็น “**ข้อพิพาท**”

สาเหตุของปัญหา

ปัญหาแนวเขตที่ดิน

- เกิดข้อพิพาทระหว่างเอกชนกับรัฐและเอกชนด้วยกัน



- การบุกรุกที่ดินของรัฐ

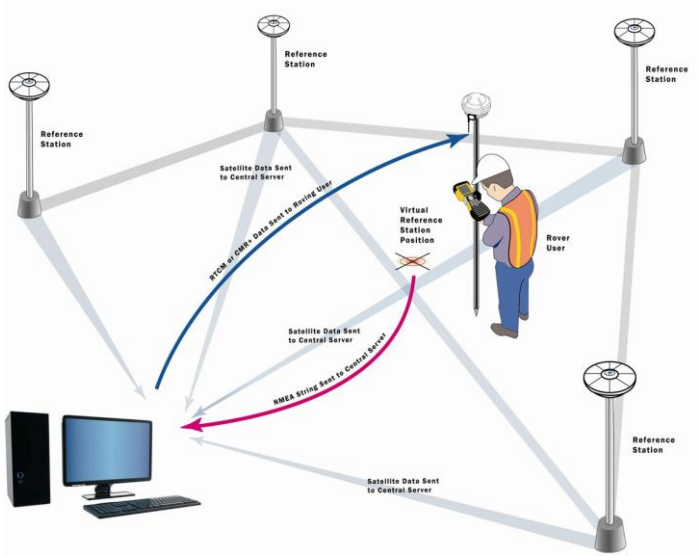
- การออกเอกสารสิทธิในที่ดินผิดพลาดคลาดเคลื่อน

- ขาดความเชื่อมั่นในเอกสารสิทธิ

- เกิดความล่าช้าในการให้บริการ

การเปลี่ยนแปลงหลักการรังวัด

AGREED BOUNDARIES → RTK GNSS Network → FIXED BOUNDARIES

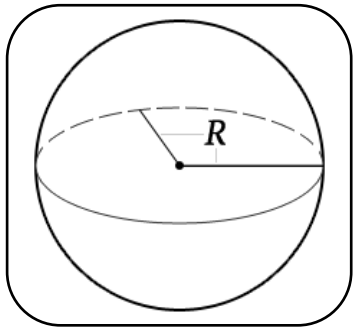


หัวข้อบรรยาย

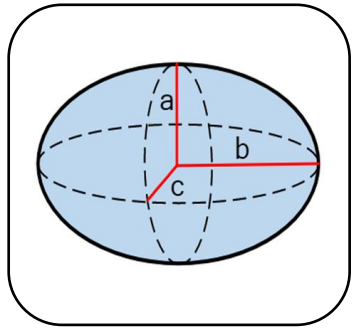
- วิวัฒนาการรังวัดที่ดินและปัญหาที่ผ่านมา
- ระบบพิกัดและหลักการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม GNSS
- ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)
- การปฏิบัติงานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมตามระเบียบกรมที่ดิน
- ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม

พื้นหลักฐานอ้างอิง (Reference Datum)

รูปทรงสัณฐานโลก แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ



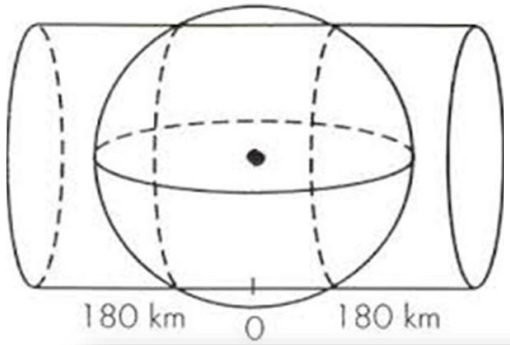
1. ทรงกลม หรือ สเฟียรอยด์ (Spheroid) เป็นรูปทรงที่ง่ายที่สุด จึงเหมาะเป็นสัณฐานของโลกโดยประมาณ ใช้กับแผนที่มาตราส่วนเล็ก ที่มีขอบเขตกว้างขวาง เช่น แผนที่โลก แผนที่ทวีป หรือแผนที่อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง



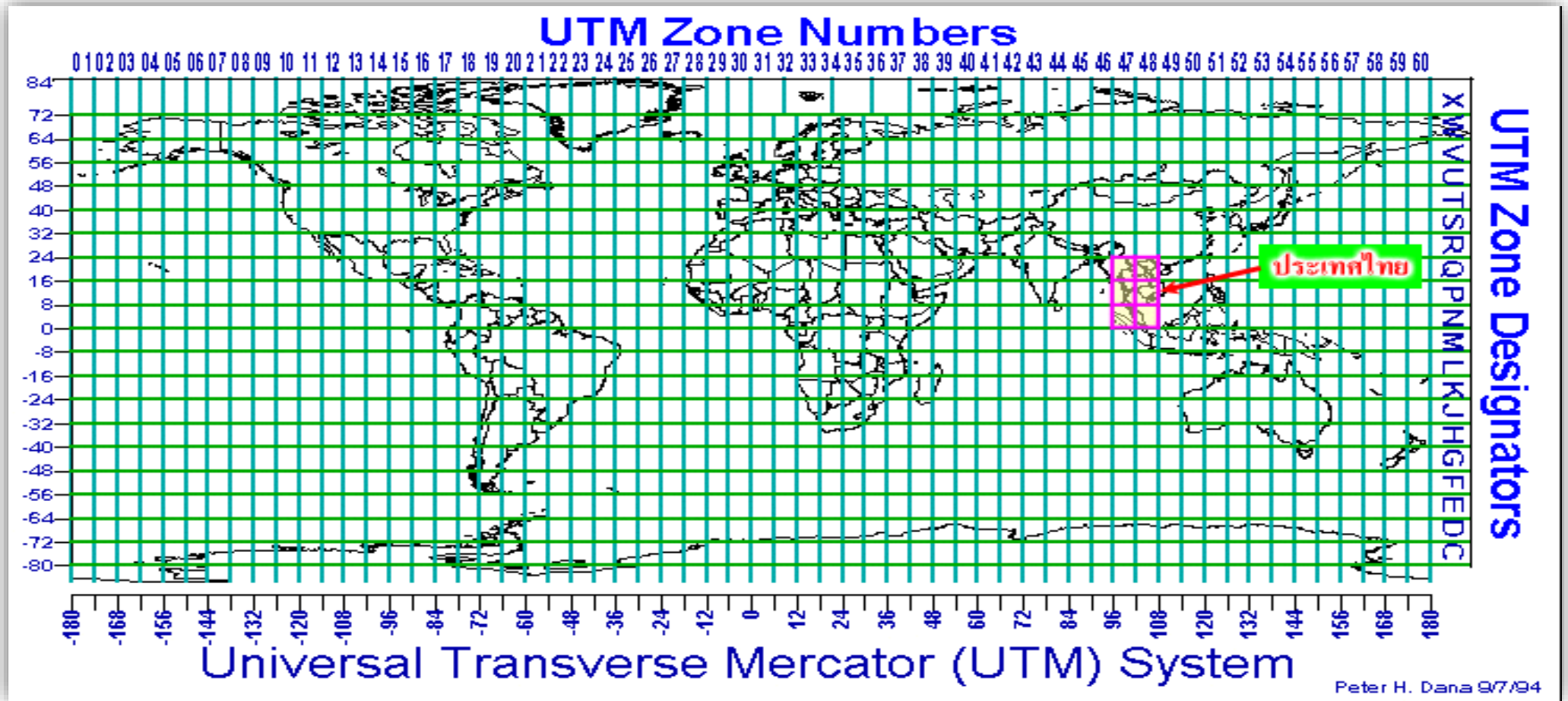
2. ทรงรี หรือ อิลิปซอยด์ (Ellipsoid) โดยทั่วไป รูปทรงรีจะแตกต่างกับรูปทรงกลมเพียงเล็กน้อย ซึ่งรูปทรงรีจะมีลักษณะใกล้เคียงกับสัณฐานจริงของโลกมากกว่าทรงกลม จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นพื้นผิวการรังวัดและการสร้างแผนที่ ที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง เช่น แผนที่ระดับชุมชนเมือง แผนที่นำร่อง แผนที่รูปแปลงที่ดิน เป็นต้น

3. ยีออยด์ (Geoid) คือ รูปทรงของสนามแรงดึงดูดของโลกเท่า ๆ กัน โดยประมาณแล้วเทากับแรงดึงดูดที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง มีรูปทรงที่บุบเบี้ยวตามแรงดึงดูดของโลก เป็นรูปทรงที่เหมือนกับสัณฐานจริงของโลกมากที่สุด เหมาะสำหรับงานรังวัดมีความละเอียดถูกต้องสูง และมักใช้ในการคำนวณแผนที่ประกอบกับรูปทรงรี

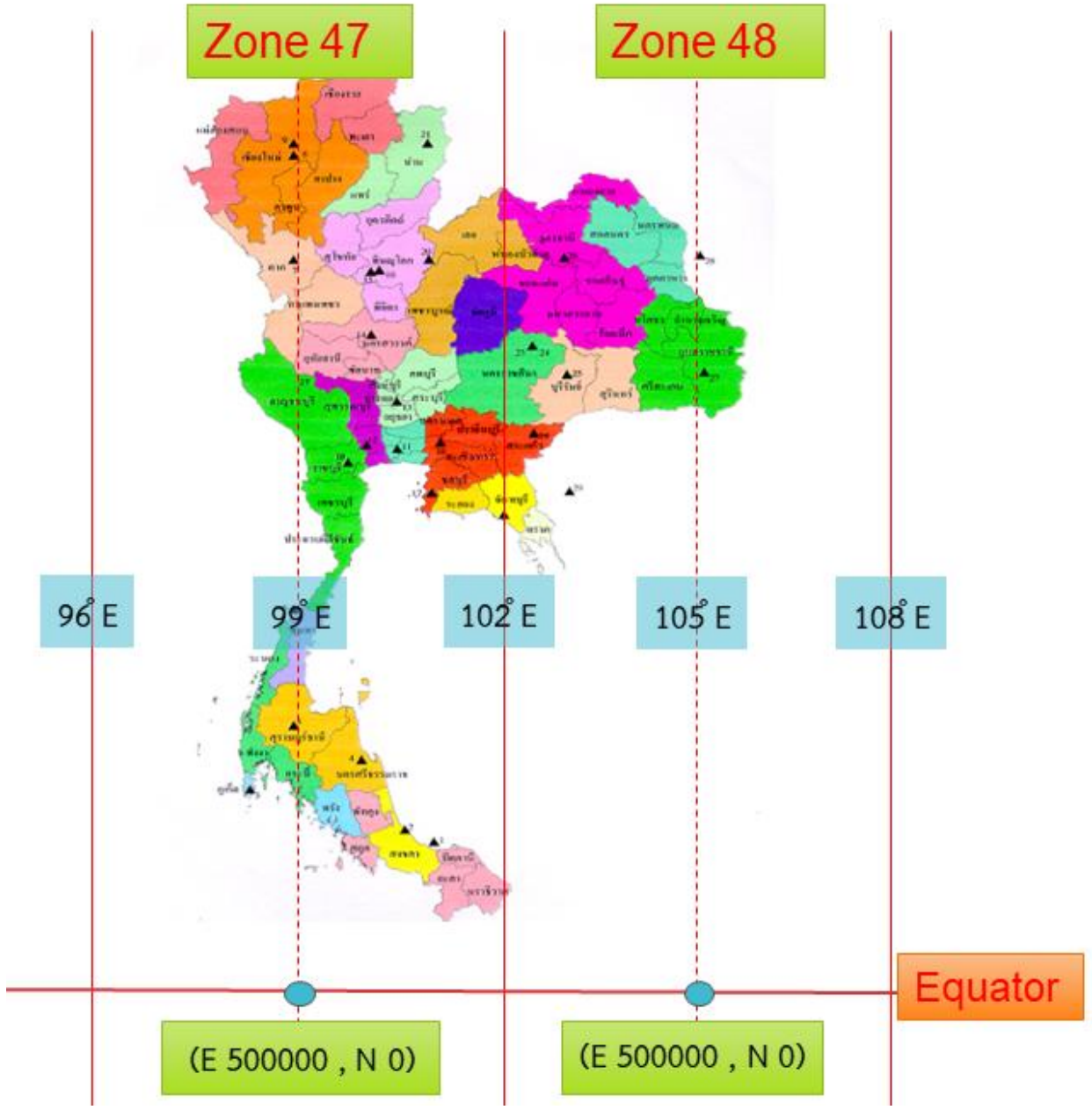
ระบบพิกัดฉาก UTM



ระบบพิกัดฉาก UTM เป็นแผนที่ระบบพิกัดกริดระบุตำแหน่งของสิ่งบนผิวโลก ในลักษณะระบบพิกัดคาร์ทีเซียน ซึ่งระบบนี้จะแตกต่างจากระบบดั้งเดิมที่ใช้ละติจูดและลองจิจูด ระบบกริดแบบยูทีเอ็ม จะแบ่งส่วนออกเป็นทั้งหมด 60 โซน

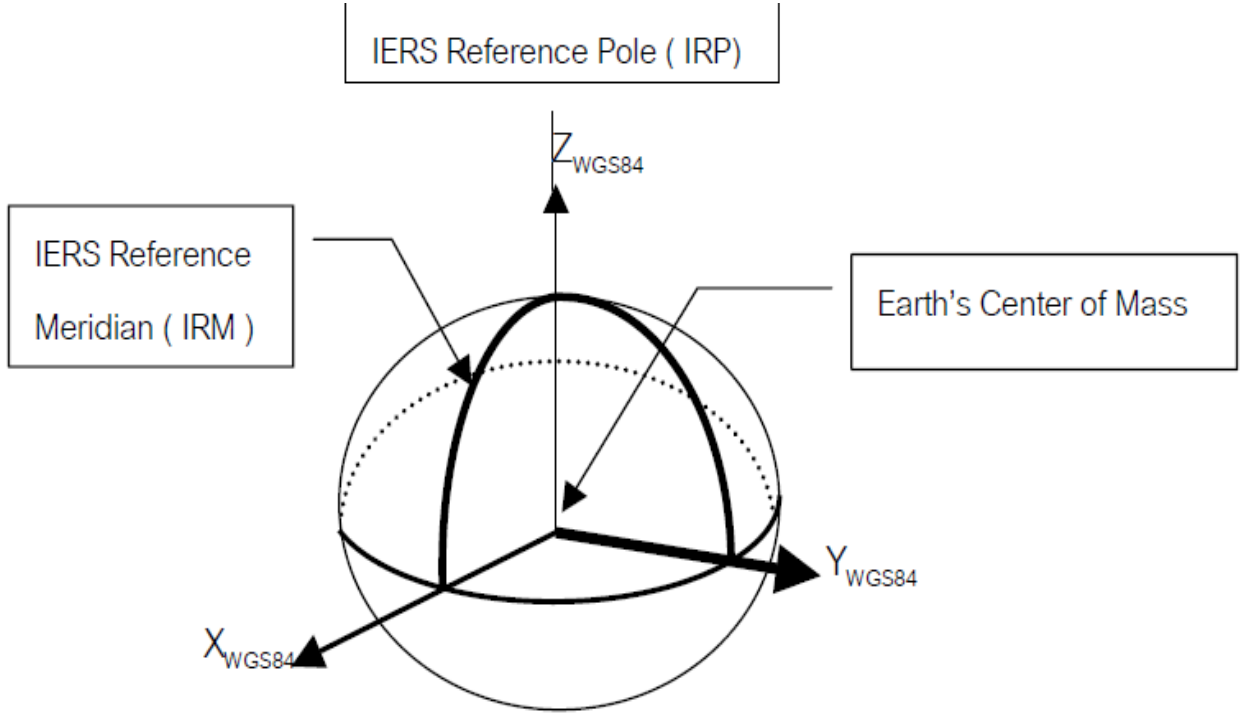


ระบบพิกัดฉาก UTM



พื้นหลักฐานอ้างอิง (Reference Datum)

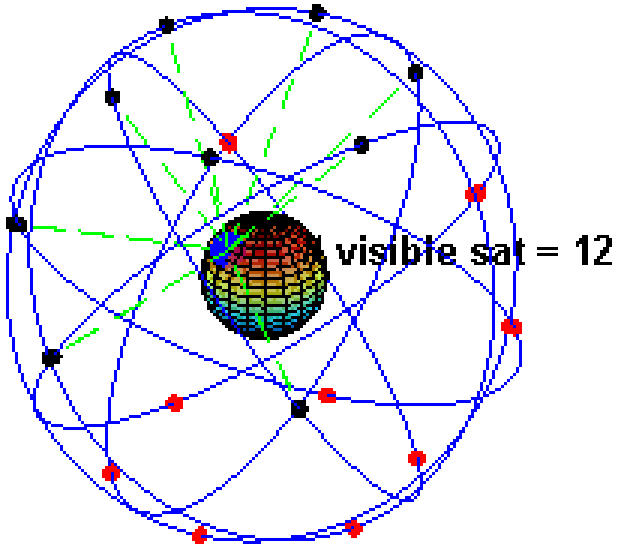
- ระบบพิกัดของพื้นหลักฐาน Indian 1975 และ WGS84 เป็นระบบพิกัดฉากยึดติดโลก (Earth – fixed cartesian coordinate system : X, Y, Z) ศูนย์กำเนิดของระบบพิกัดอยู่จุดศูนย์กลางของโลก

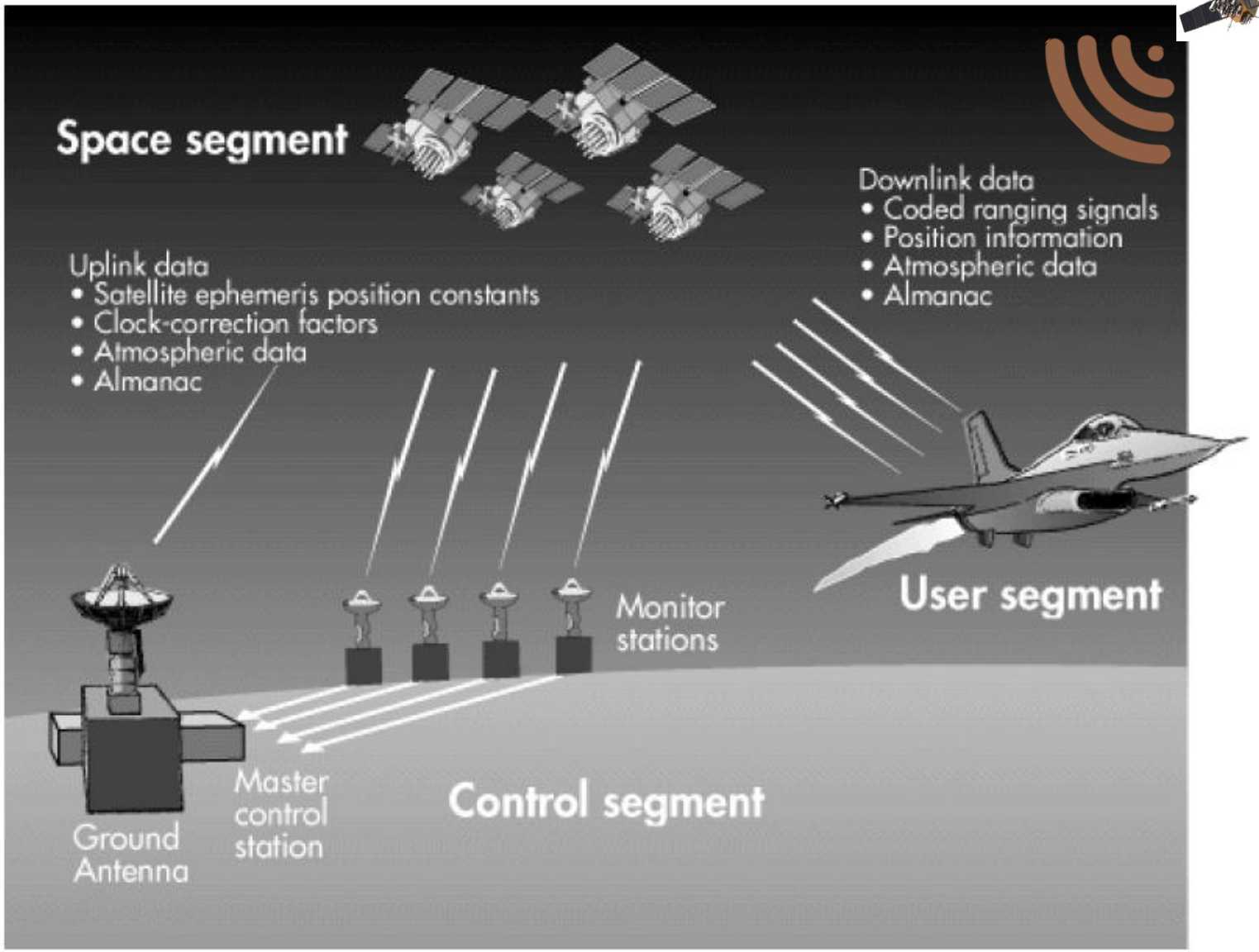


พื้นหลักฐาน Indian 1975	พื้นหลักฐาน WGS84
- จุดกำเนิดพื้นหลักฐาน ใช้หมุดสามเหลี่ยมเขาสะแกกรัง - ละติจูด 15° 22' 56".0487 เหนือ - ลองจิจูด 100° 00' 59".1906 ตะวันออก - ความสูงเหนือพื้นยีออย -22.46 เมตร - รูปทรงรี เอเวอร์เรสท์ 1830 - ขนาดของกึ่งแกนยาว (a) 6377276.345 เมตร - อัตราการยุบขั้ว (f) 1/300.8017	- รูปทรงรี WGS84 - ขนาดของกึ่งแกนยาว (a) 6378137 เมตร - อัตราการยุบขั้ว (f) 1/298.257223563 - ความเร็วเชิงมุมของการหมุนรอบตัว (ω) $7292115.0 \times 10^{-11}$ rad scc^{-1} - Earth's Gravitational Coustant (Mass of Earth's Atmosphere Include) (GM) $3986004.418 \times 10^{8}$ m^3/s^2

องค์ประกอบระบบดาวเทียม (GNSS)

- ส่วนอวกาศ
- ส่วนควบคุม
- ส่วนผู้ใช้





GNSS

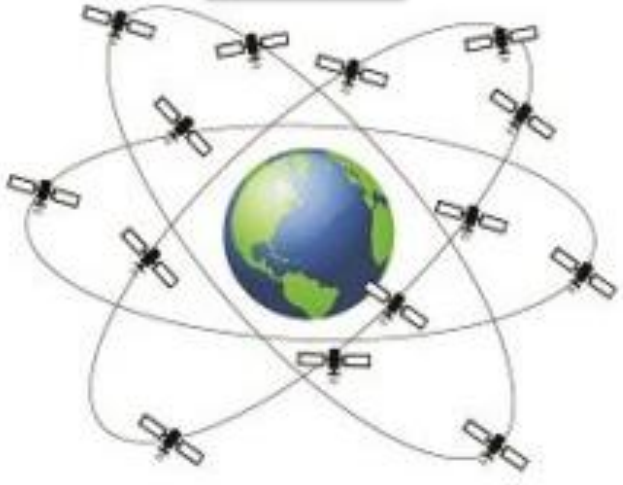
GNSS = Global Navigation Satellite System

USA

GPS

6 Orbital planes
24 Satellite + Spare
55° Inclination Angle
Altitude 20,200 km

EU



Galileo

3 Orbital planes
27 Satellite + 3 Spares
56° Inclination Angle
Altitude 23,616 km

Russia

GLONASS

3 Orbital planes
21 Satellite + 3 Spares
64.8° Inclination Angle
Altitude 19,100 km

China

BeiDou

6 Orbital planes
35 Satellite + 3 GEO + 27 MEO + 3 IGSO
55° Inclination Angle
Altitude 38,300 km, 21,500 km

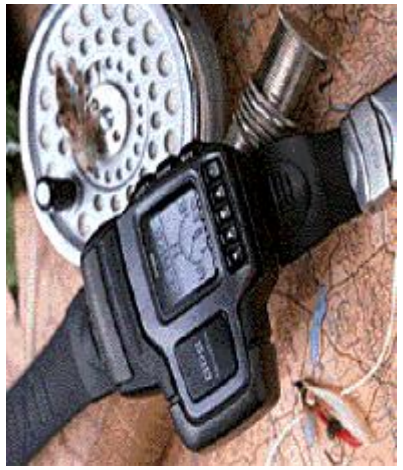
GNSS ละเอียดแม่นยำแค่ไหน

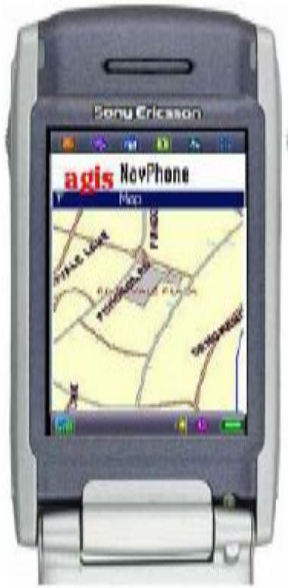
- **Accuracy ระดับเมตร** ⇨ ใช้เพื่อนำหน (นำทาง)

- **Accuracy ระดับ cm/mm** ⇨ **ใช้เพื่อรังวัดและทำแผนที่**
  - ✓ **Post Process เช่น Static/Fast Static**
  - ✓ **RTK**

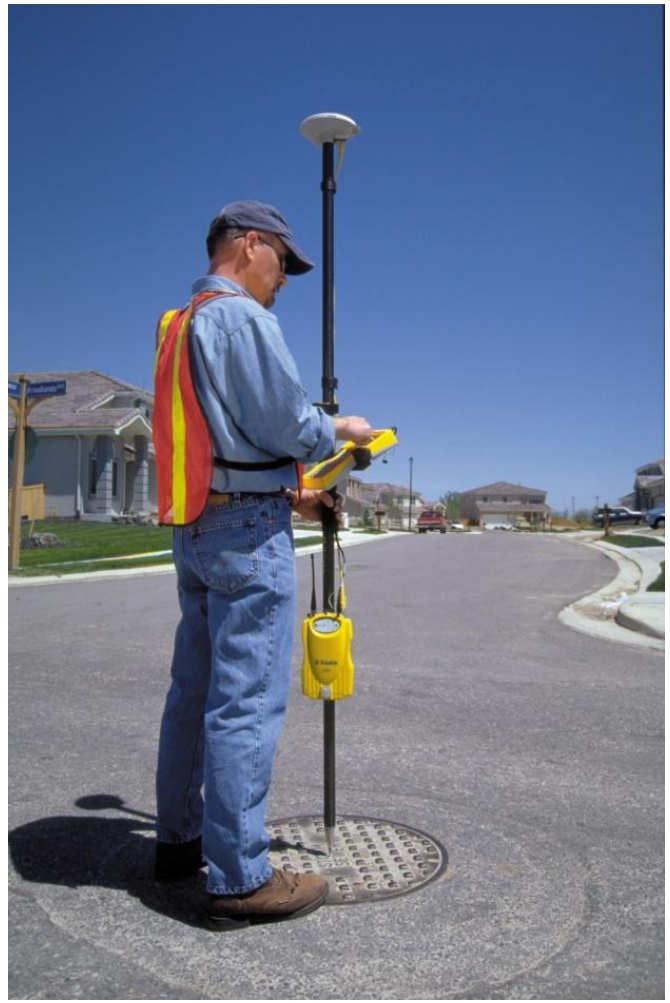
*****Accuracy ขึ้นอยู่กับเครื่องมือและวิธีการรังวัด*****

เครื่องรับสัญญาณแบบนำหน (Navigation Receiver)

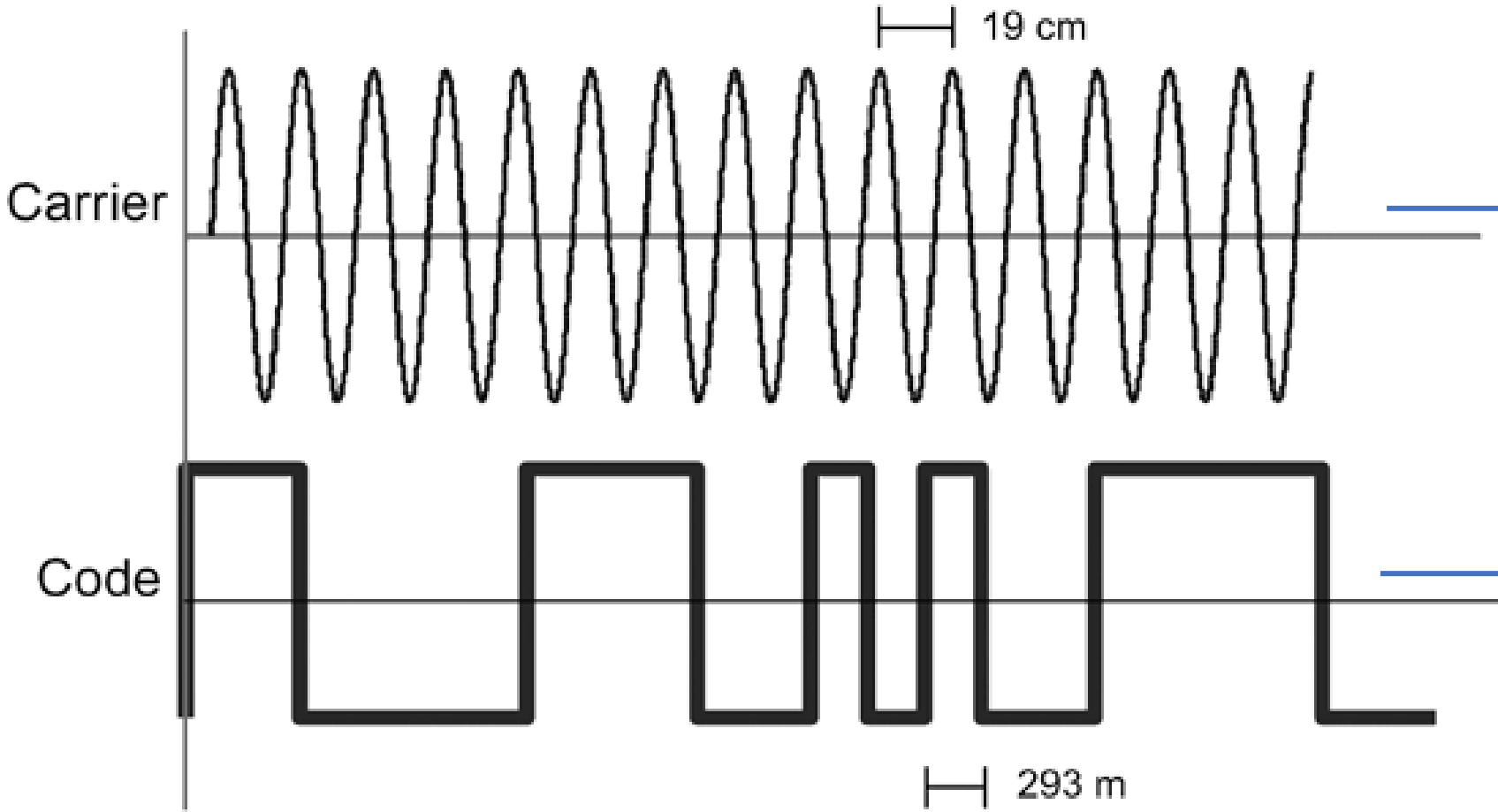




เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด (Survey Receiver)



เปรียบเทียบความยาวคลื่น Carrier Phase & Code จากดาวเทียม GPS: L1



เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด

-- ความถูกต้องระดับ ซม.

เครื่องรับสัญญาณแบบนำหน

-- ความถูกต้องระดับ เมตร

หลักการหาระยะทางอวกาศ

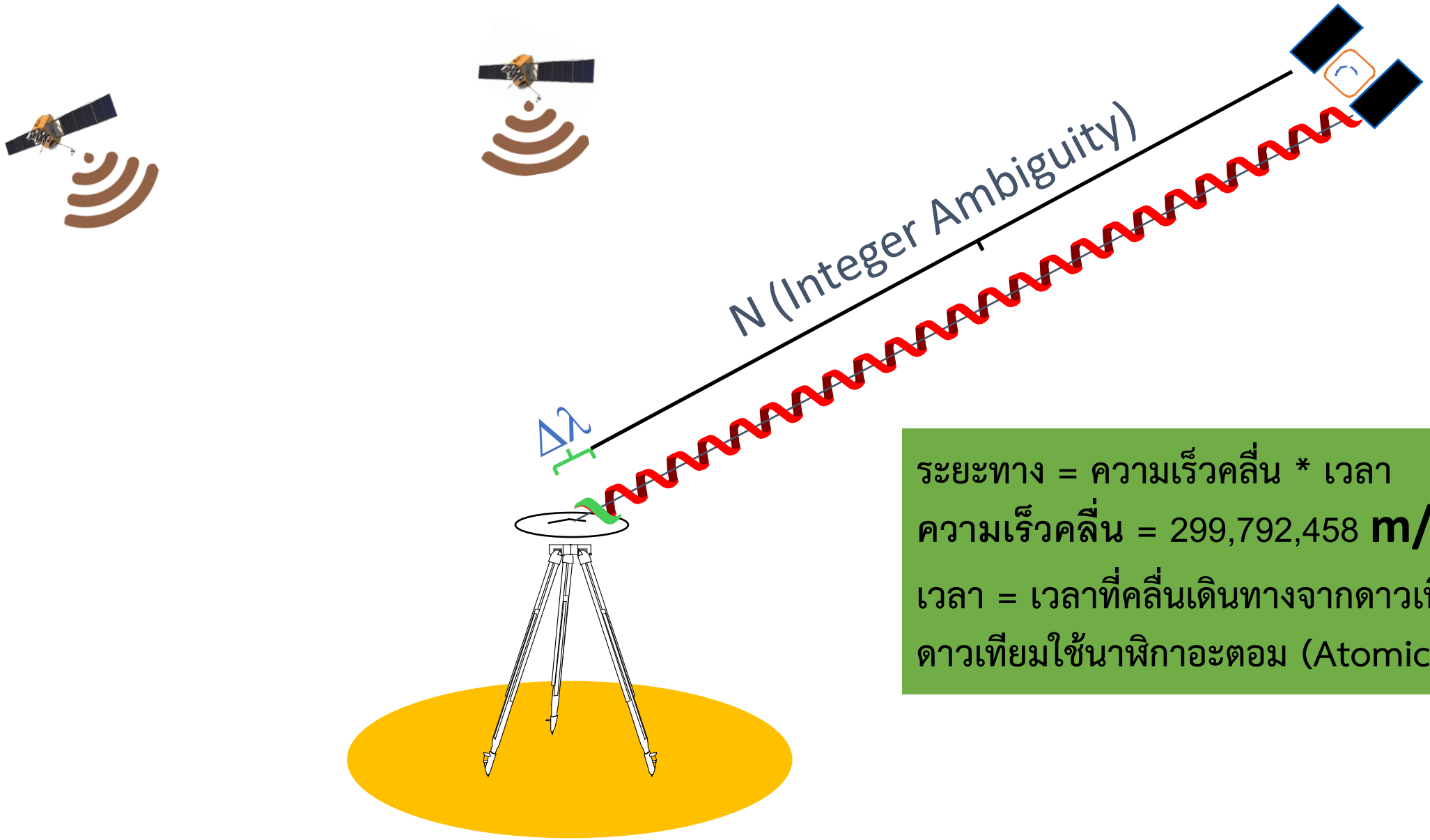
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

- ใช้ในการคำนวณวงโคจรของดาวเทียม
- ใช้คำนวณแรงโน้มถ่วงของโลก และแรงเฉื่อยต่าง ๆ ที่กระทำต่อดาวเทียม
- ใช้คำนวณระยะทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม **ระยะทาง = ความเร็วคลื่น * เวลา**

ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษไอน์สไตน์

- ดาวเทียมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงประมาณ 14,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับความเร็วของผู้สังเกตบนโลก
- นาฬิกาบนดาวเทียมจะเดินช้ากว่านาฬิกาบนพื้นโลก (Time Dilation) หรือการยืดของเวลา จะทำให้การคำนวณตำแหน่งผิดพลาดอย่างมาก
- นาฬิกาบนดาวเทียม ใช้**นาฬิกาอะตอม (Atomic Clocks)** ซึ่งเป็นนาฬิกาที่มีความแม่นยำสูง

The Integer Ambiguity (ค่าเลขปริศนา)



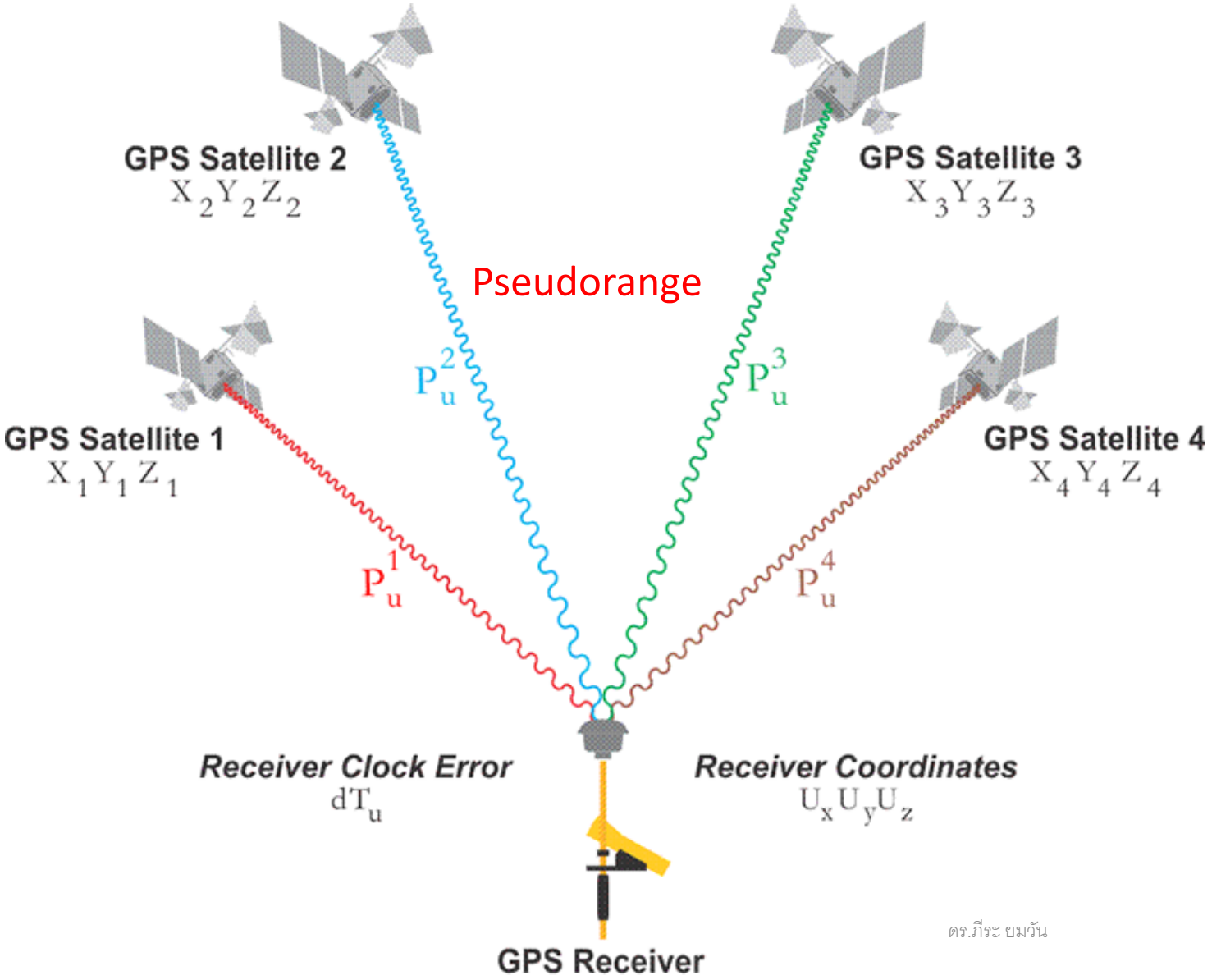
ระยะทาง = ความเร็วคลื่น * เวลา

ความเร็วคลื่น = 299,792,458 **m/s**

เวลา = เวลาที่คลื่นเดินทางจากดาวเทียมมายังผู้รับ

ดาวเทียมใช้นาฬิกาอะตอม (Atomic Clocks)

หลักการหาค่าพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS



ต้องรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง

$$p_u^1 = \sqrt{(X_1 - U_x)^2 + (Y_1 - U_y)^2 + (Z_1 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

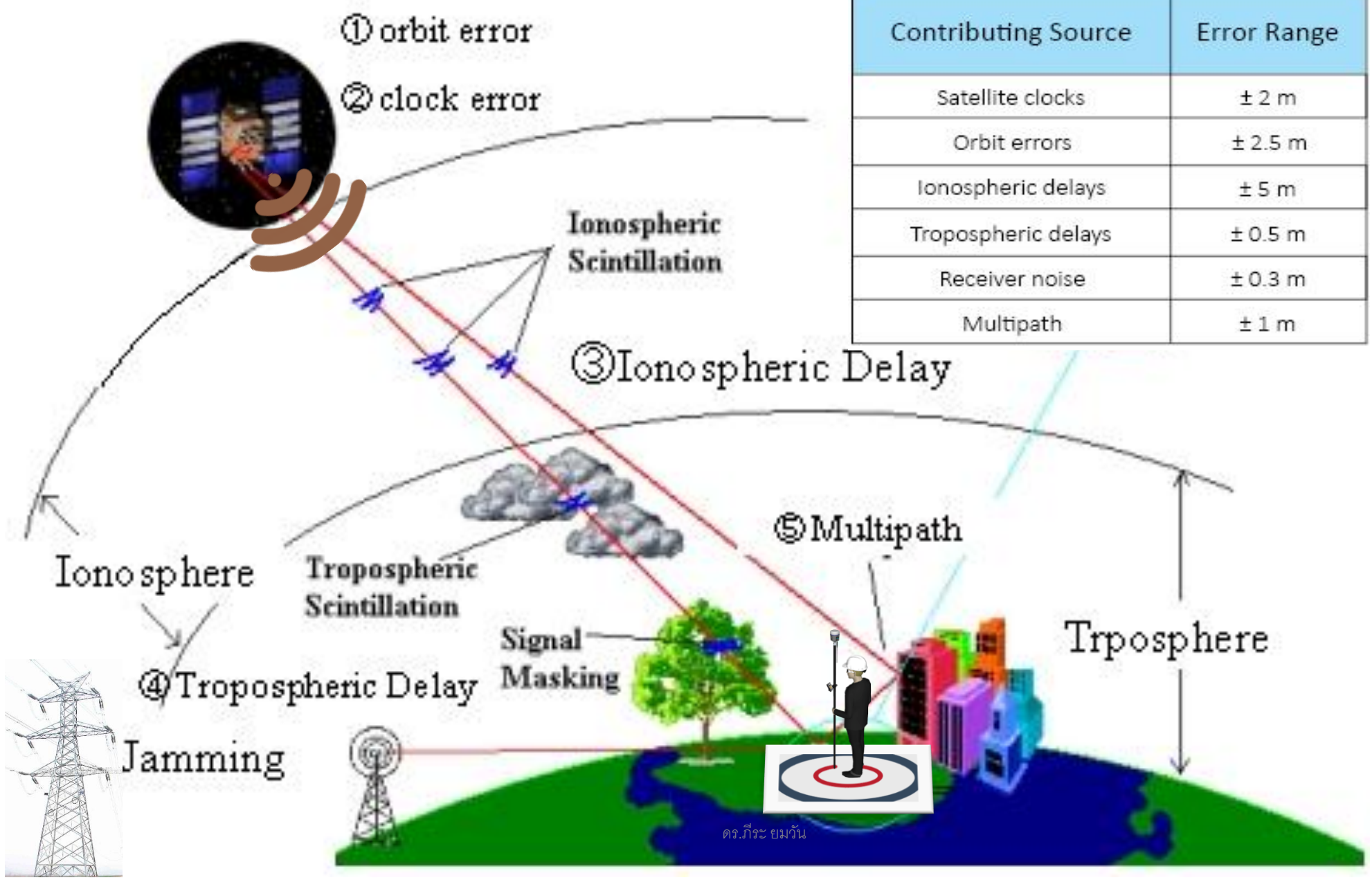
$$p_u^2 = \sqrt{(X_2 - U_x)^2 + (Y_2 - U_y)^2 + (Z_2 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

$$p_u^3 = \sqrt{(X_3 - U_x)^2 + (Y_3 - U_y)^2 + (Z_3 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

$$p_u^4 = \sqrt{(X_4 - U_x)^2 + (Y_4 - U_y)^2 + (Z_4 - U_z)^2} + c(dT_u)$$

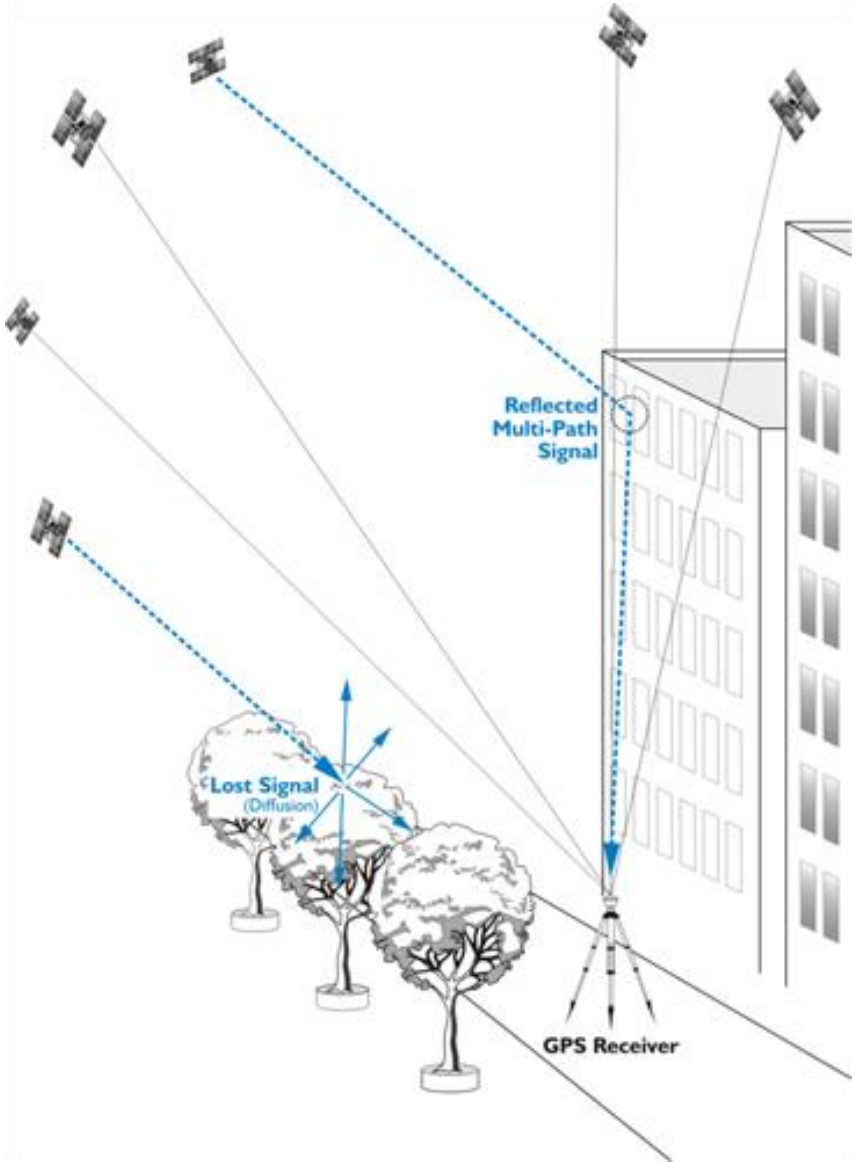
Sources of Error in GNSS

Contributing Source	Error Range
Satellite clocks	± 2 m
Orbit errors	± 2.5 m
Ionospheric delays	± 5 m
Tropospheric delays	± 0.5 m
Receiver noise	± 0.3 m
Multipath	± 1 m



การหลีกเลี่ยงตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมในการรับสัญญาณดาวเทียม

คลื่นหลายวิถี (Multipath)



ตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

ใกล้เสาโทรคมนาคมขนาดใหญ่

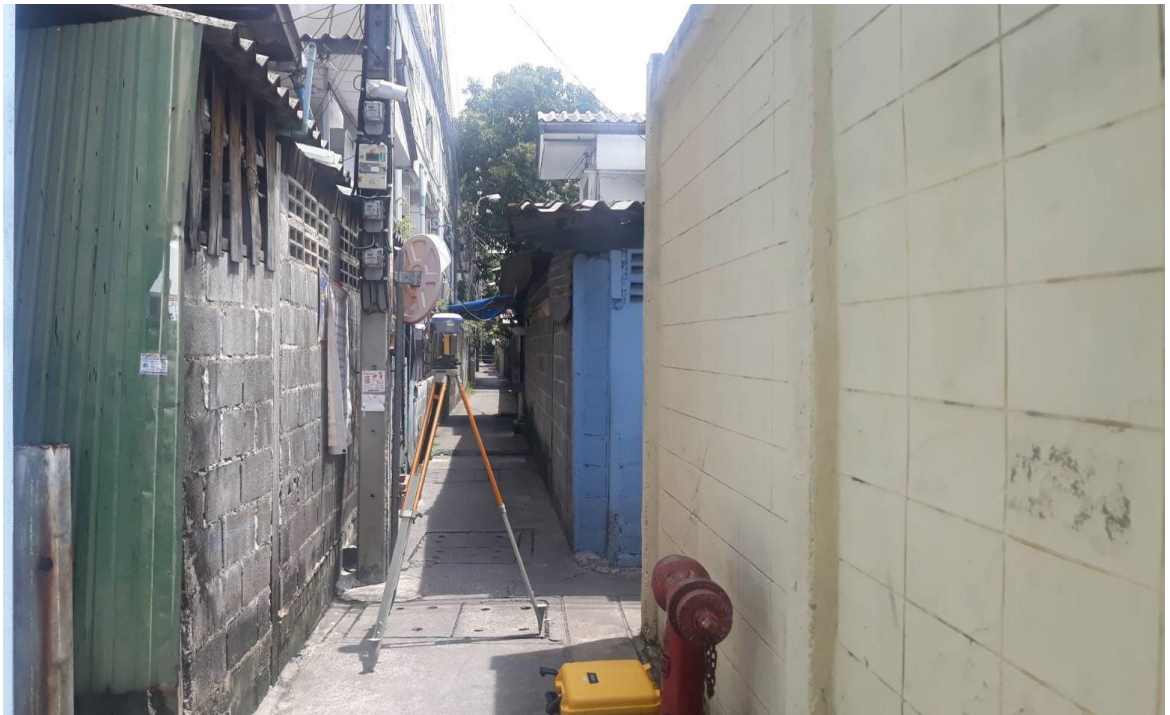
ใกล้แหล่งน้ำมากเกินไป

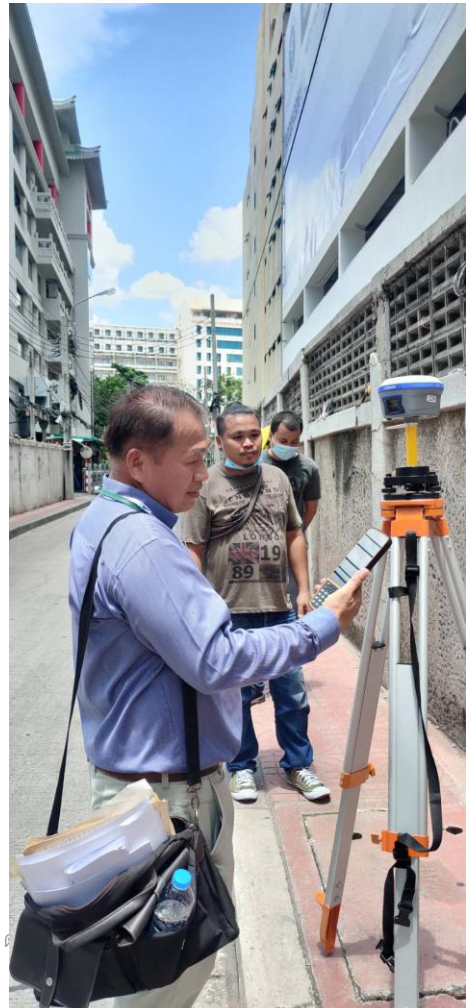
ใกล้หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่

ใกล้เสาไฟฟ้าแรงสูง

ตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมในการรับสัญญาณดาวเทียม RTK GNSS Network

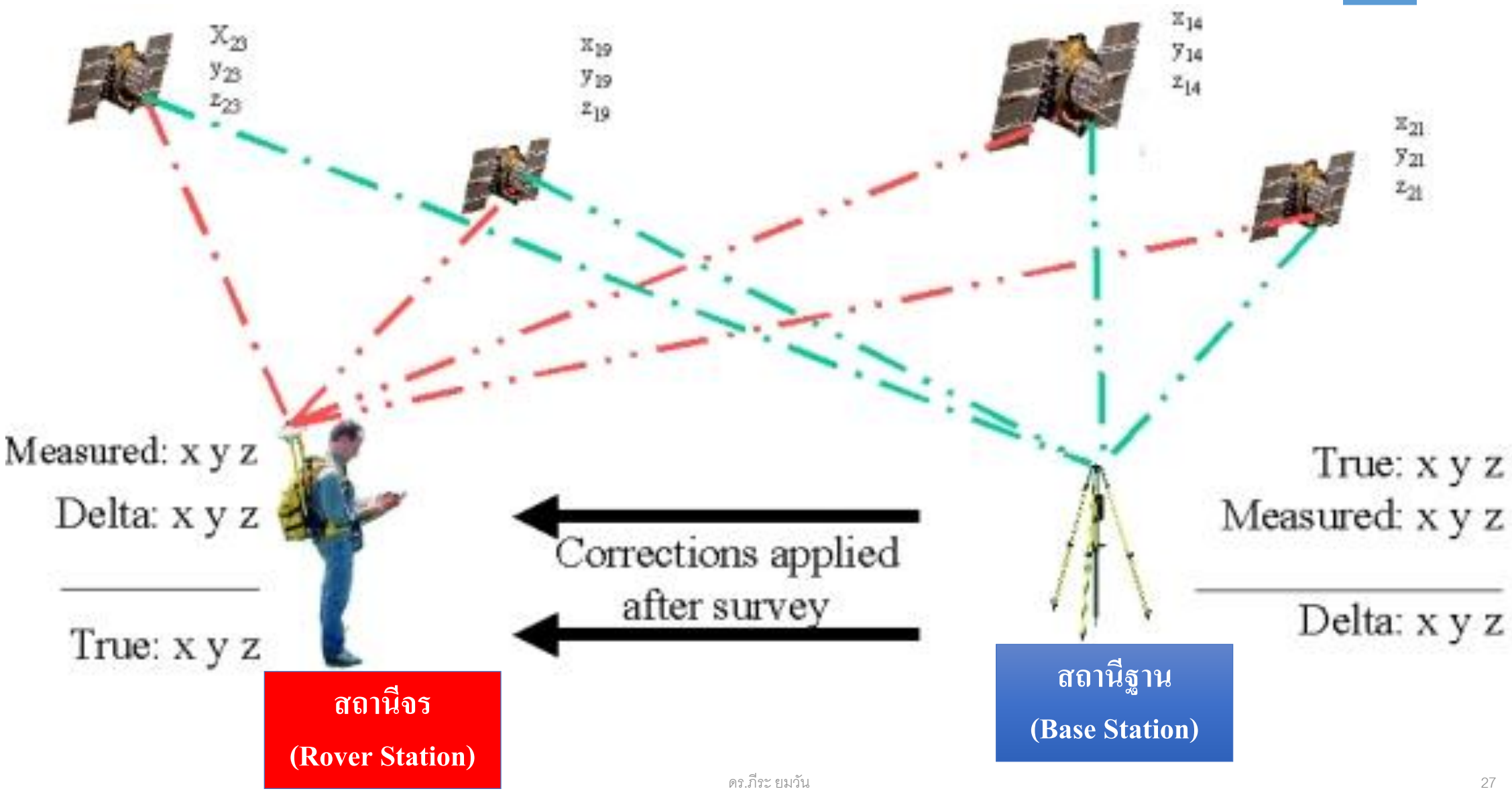
มี Multipath



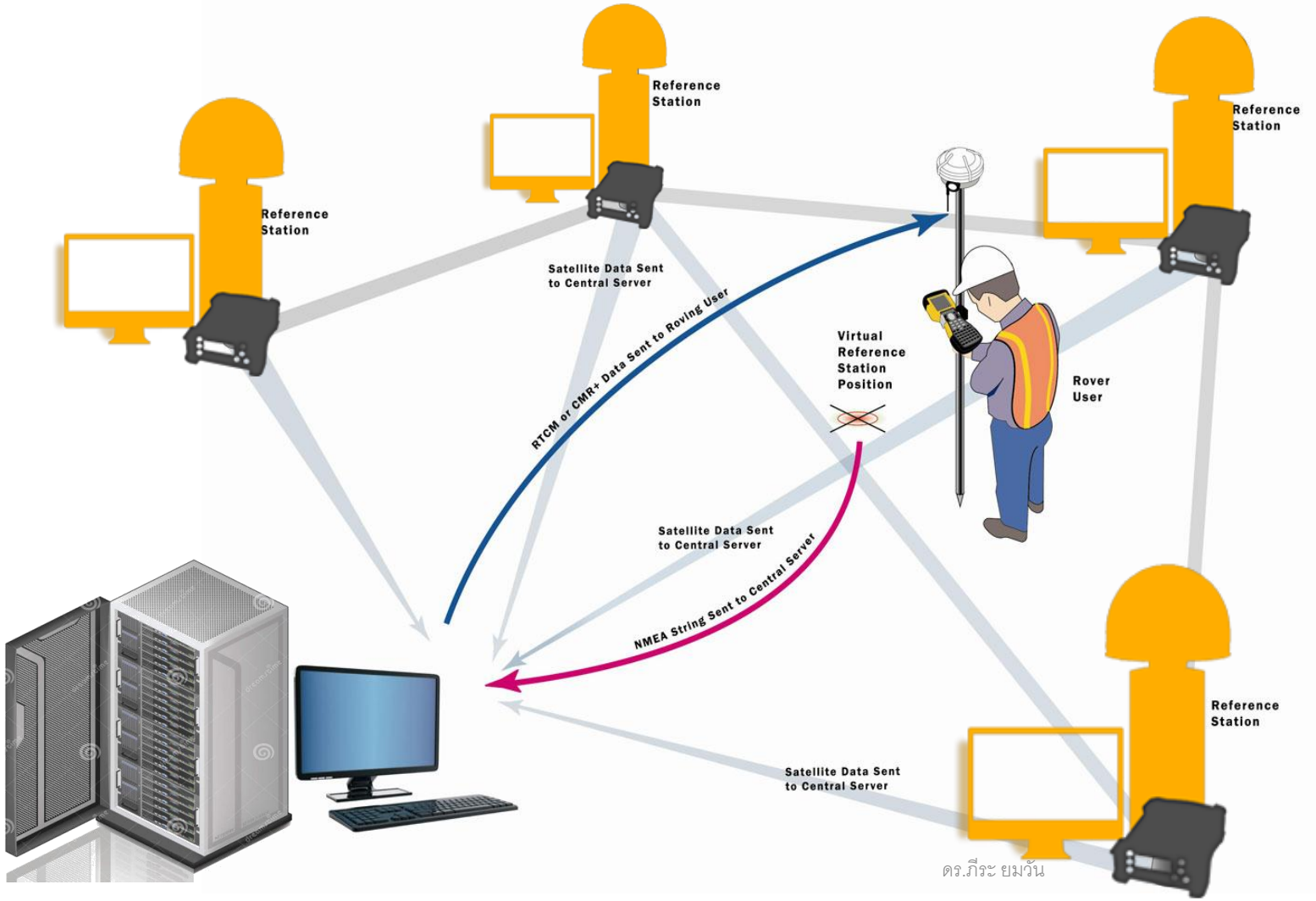


เทคนิค Differential GNSS

- Static / Fast Static
- RTK



RTK GNSS NETWORK



ข้อดี

- สะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องตั้งสถานีฐานทุกครั้งที่รังวัด
- ทราบค่าพิกัดในทันที
- เหมาะกับงานรังวัดที่ต้องการความถูกต้องระดับ ซม.
- ความถูกต้องสอดคล้องกันทั้งโครงข่าย

ข้อเสีย

- ต้องลงทุนสูงในระยะแรก
- มีข้อจำกัดในพื้นที่ไม่มีสัญญาณมือถือหรืออินเตอร์เน็ต

หัวข้อบรรยาย

- วิวัฒนาการรังวัดที่ดินและปัญหาที่ผ่านมา
- ระบบพิกัดและหลักการรังวัดด้วย GNSS
- ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)
- การปฏิบัติงานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมตามระเบียบกรมที่ดิน
- ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม

หลักการทำงานของ
RTK GNSS Network

ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก

1 สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS)

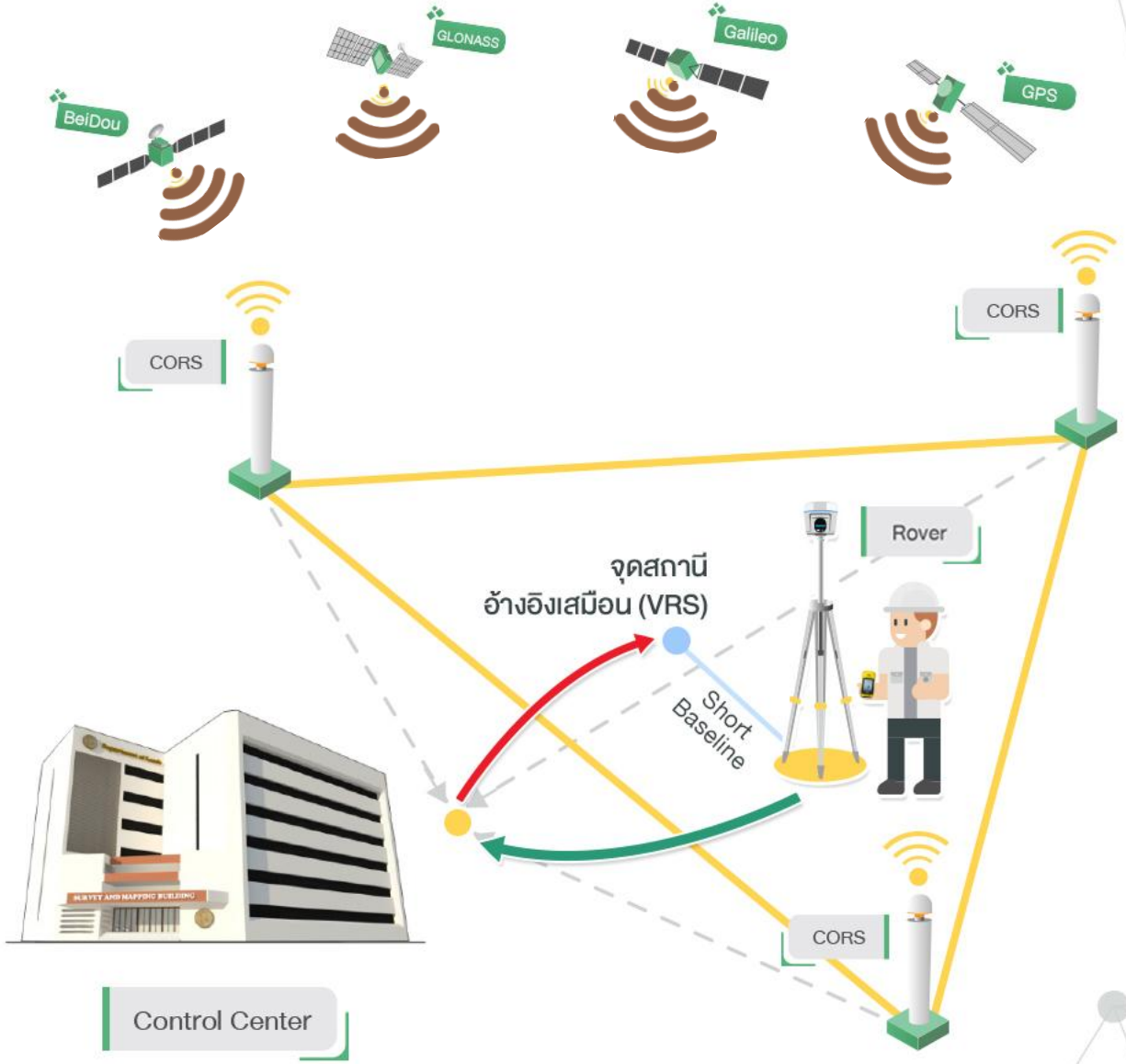
ทำหน้าที่รับสัญญาณดาวเทียม GNSS ตลอดเวลาจากทั่วโลก และส่งข้อมูลดาวเทียมให้ศูนย์ควบคุมแบบ Realtime

2 ศูนย์ควบคุม (Control Center)

ทำหน้าที่บันทึกและประมวลผลข้อมูลดาวเทียม จากสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิงทั้งโครงข่าย และส่งค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนให้กับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบเคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน

3 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบเคลื่อนที่ (Rover)

ทำหน้าที่รับสัญญาณดาวเทียมในพื้นที่ให้บริการและเชื่อมต่อกับศูนย์ควบคุม เพื่อขอค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะทำให้ได้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่ถูกต้องแม่นยำในระดับ เซนติเมตร ในทันที



Concept: Virtual Reference Station (VRS)

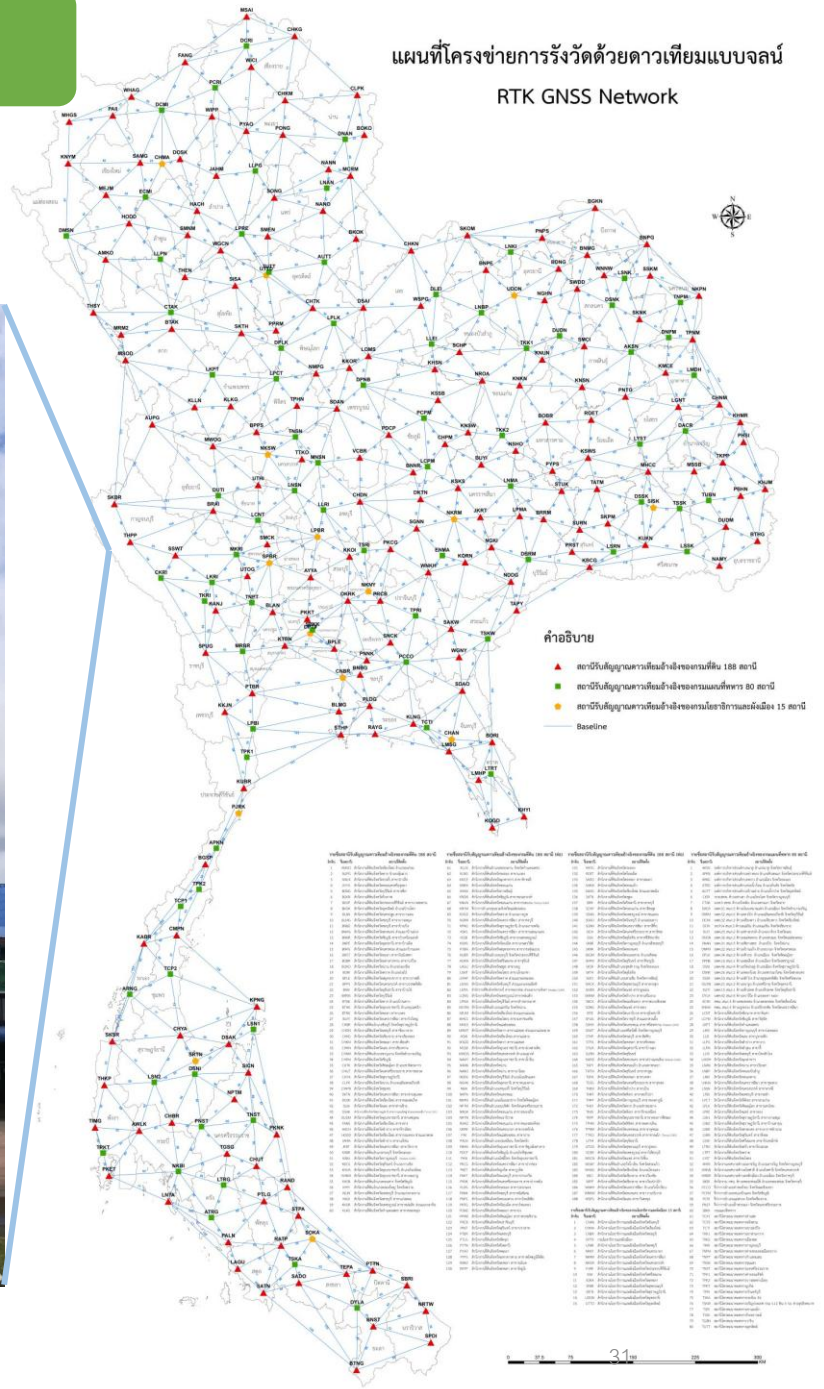
การบูรณาการ CORS Network ของกรมที่ดิน (DOLNet)

- สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS) จำนวน 290 สถานี
  - กรมที่ดิน 188 สถานี
  - กรมแผนที่ทหาร 80 สถานี
  - กรมโยธาธิการและผังเมือง 15 สถานี
  - สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ 5 สถานี
  - สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ 1 สถานี
  - การไฟฟ้าฝ่ายผลิต 1 สถานี
- ศูนย์ควบคุม (Control Center) : 2 แห่ง

Rover

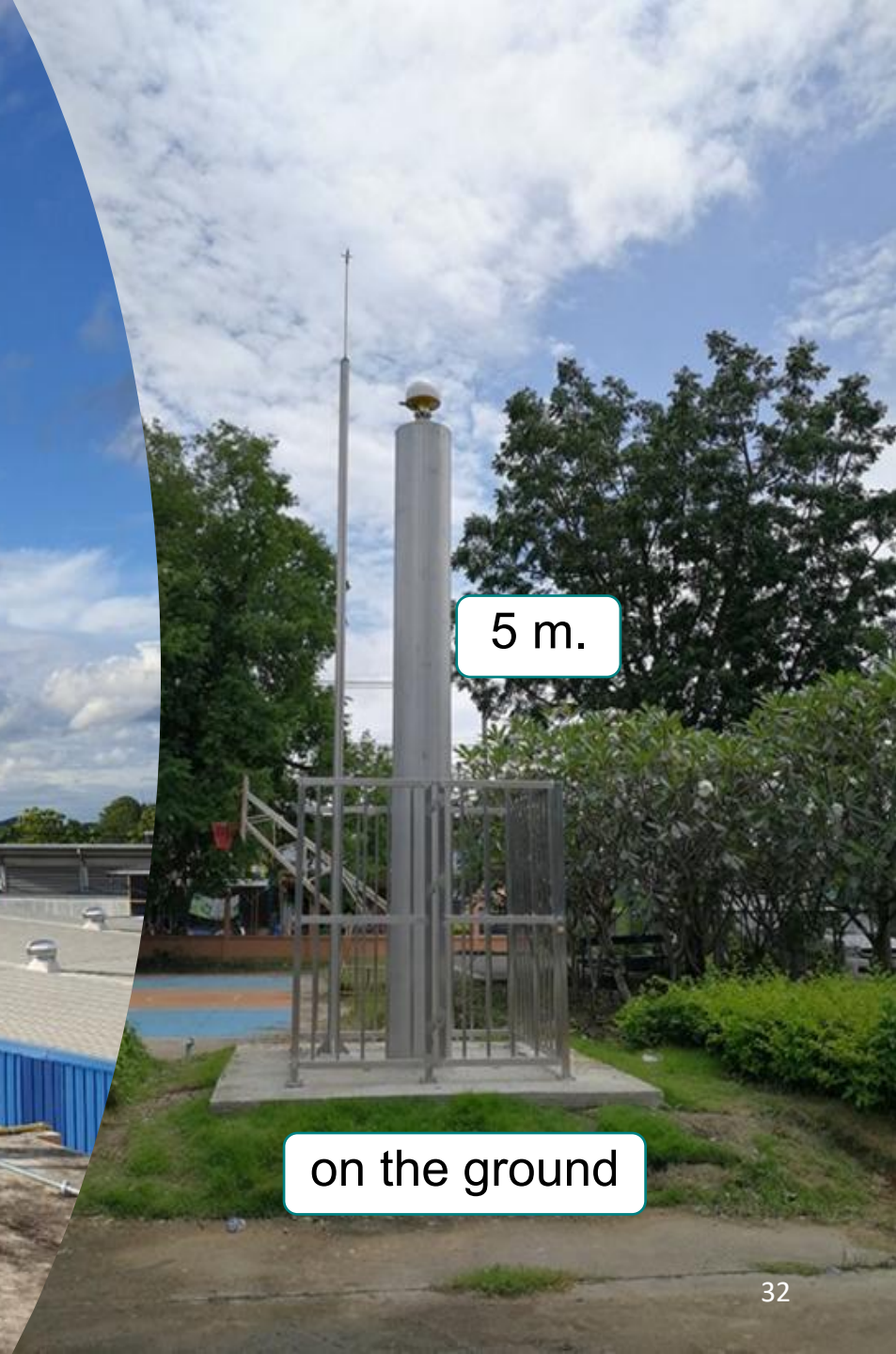
CORS Receiver

สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS)

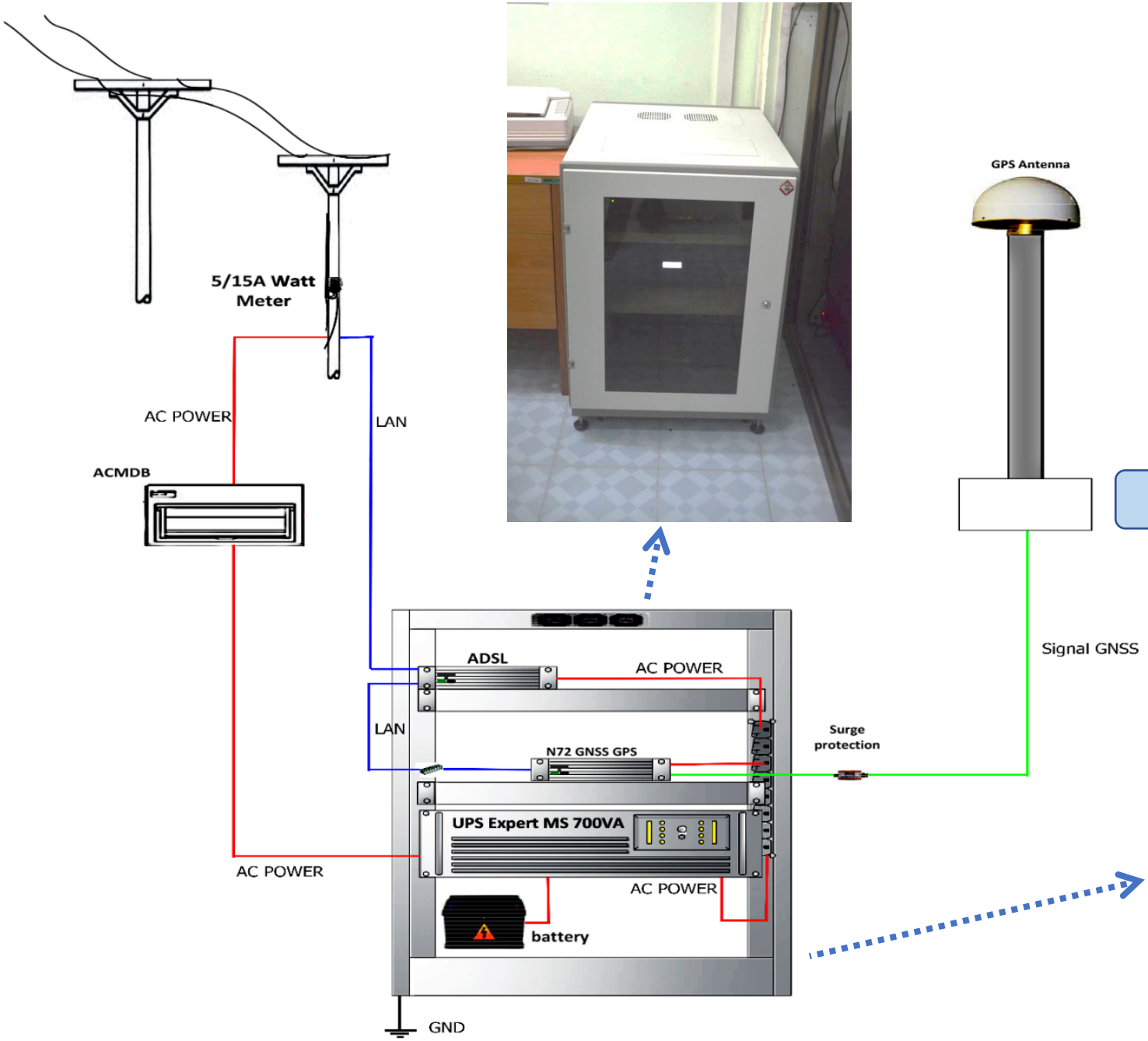


DOL CORS Design

- การติดตั้งเสาอ้างอิง (for DOL CORS)
  - On the building (52 %)
  - On the ground (48 %)
- สถานที่: ที่สำนักงานที่ดินจังหวัดและสาขา
- การเชื่อมต่อ Internet
  - Fiber optic (main)
  - 3G/4G (spare)



Rack Cabinet Diagram



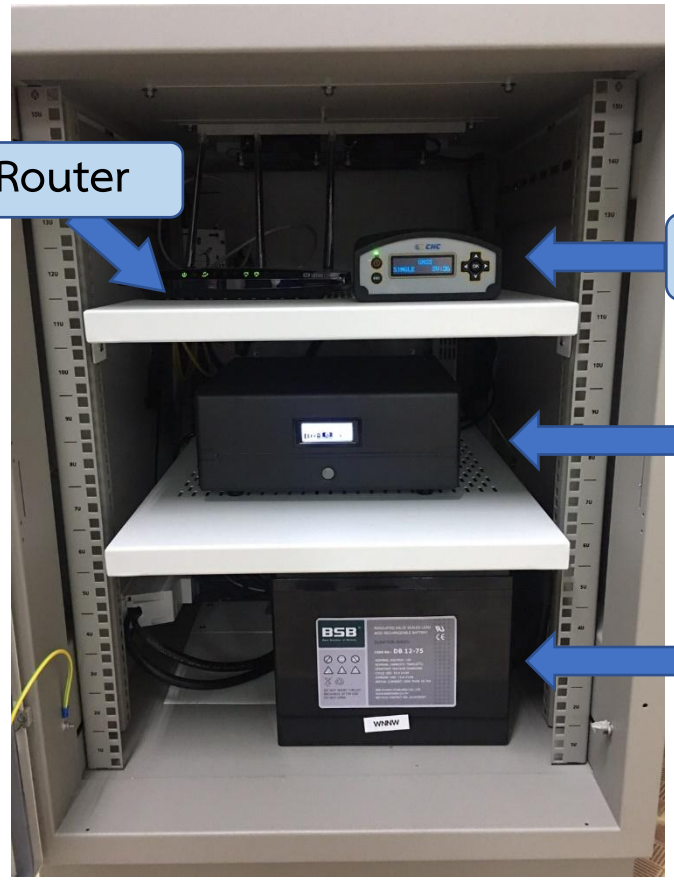
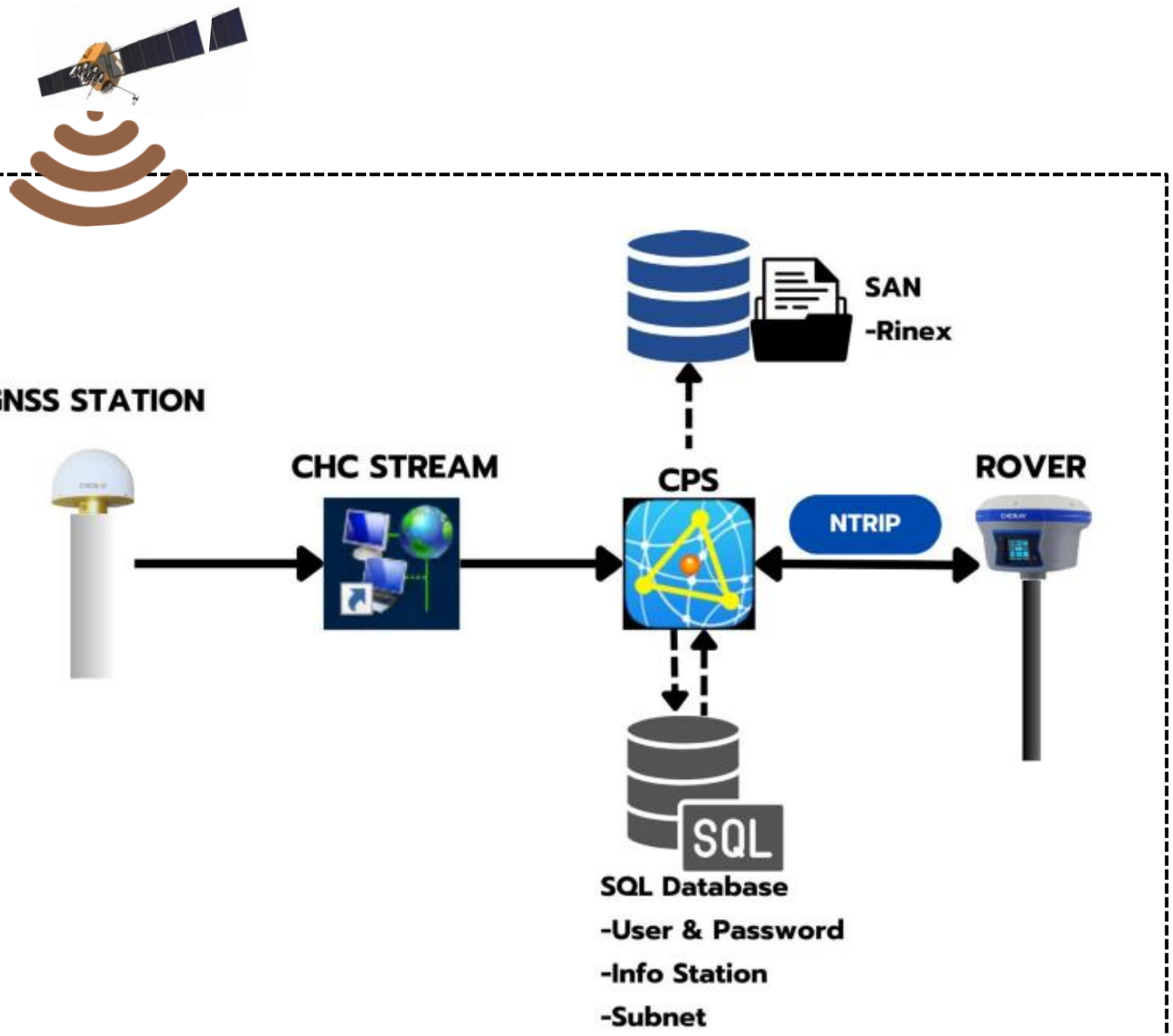
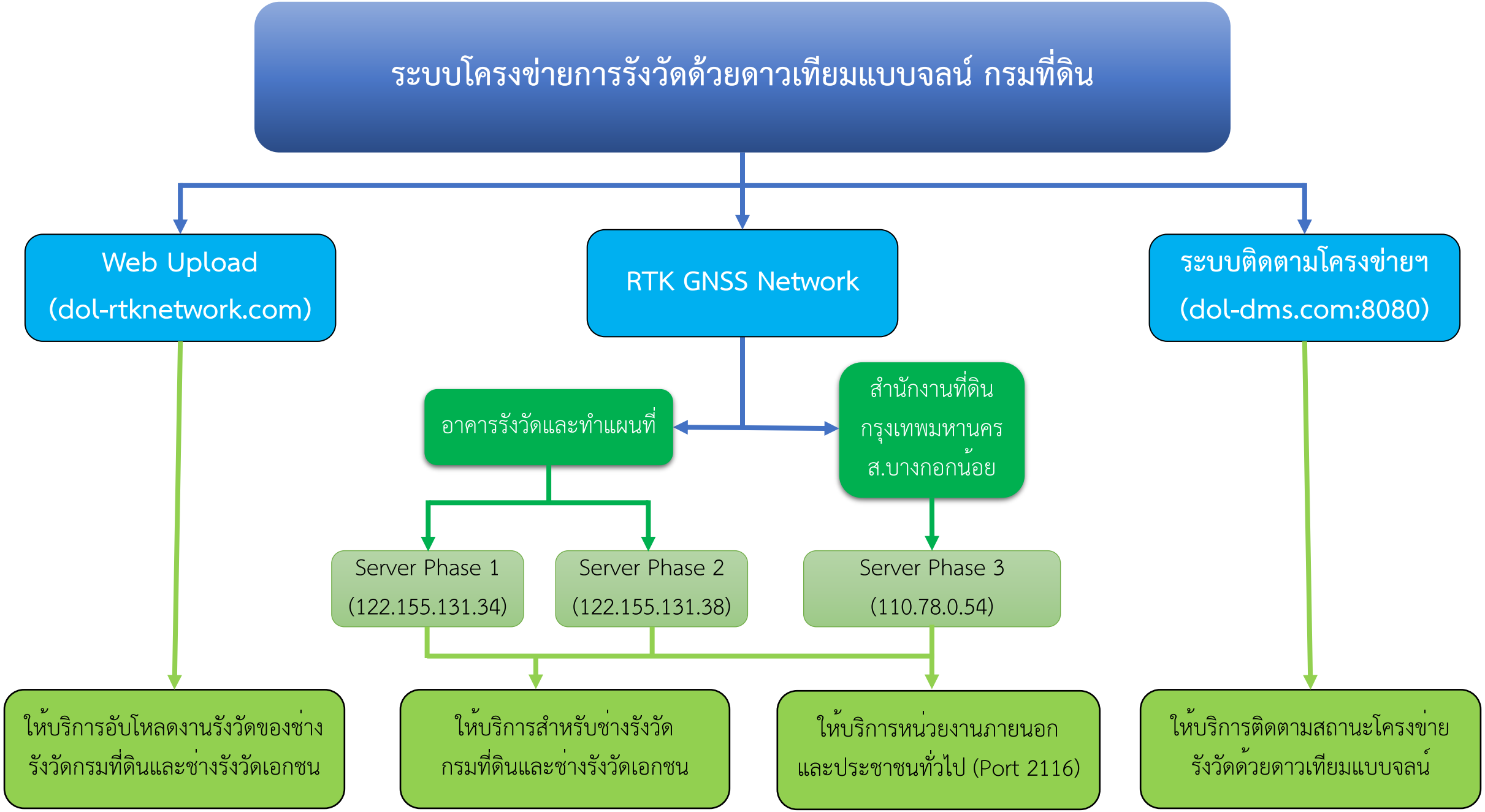


Diagram การรับส่งข้อมูล GNSS



- GNSS Station : ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดแน่นอน
- CHC Stream : เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการ "สตรีม" หรือส่งต่อข้อมูล GNSS Station ส่งต่อไปยังระบบกลาง CPS
- CPS (Central Processing System) : ทำหน้าที่ประมวลผลและการสร้างค่าปรับแก้ (Corrections) เช่น ความคลาดเคลื่อนจากชั้นบรรยากาศ, ความคลาดเคลื่อนจากนาฬิกาของดาวเทียม)
- SQL Database : จัดเก็บฐานข้อมูลสำคัญ เช่น: *User & Password สำหรับการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งาน *Info Station ข้อมูลรายละเอียดของสถานี GNSS (เช่น พิกัดของสถานี, ชื่อสถานี) *Subnet ข้อมูลเกี่ยวกับเครือข่ายหรือการเข้าถึง
- SAN (Storage Area Network) ทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ จากข้อมูล CPS ในรูปแบบ RINEX
- NTRIP (Networked Transport of RTCM): เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการส่งข้อมูลแก้ไขแบบเรียลไทม์ โดย CPS ทำหน้าที่เป็น "NTRIP Caster" ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่กระจายข้อมูลแก้ไข ผู้ใช้งาน (Rover)
- ROVER ทำการรับสัญญาณจากดาวเทียม GNSS ผู้ใช้งานภาคสนาม โดยรับข้อมูลแก้ไขจาก CPS ผ่าน NTRIP เมื่อได้รับทั้งสัญญาณดาวเทียมและข้อมูลแก้ไขจาก CPS แล้ว จะนำข้อมูลแก้ไขเหล่านั้นไปปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของสัญญาณที่ได้รับ ทำให้สามารถคำนวณหาตำแหน่งพิกัดได้อย่างแม่นยำสูงในระดับเซนติเมตร หรือมิลลิเมตร

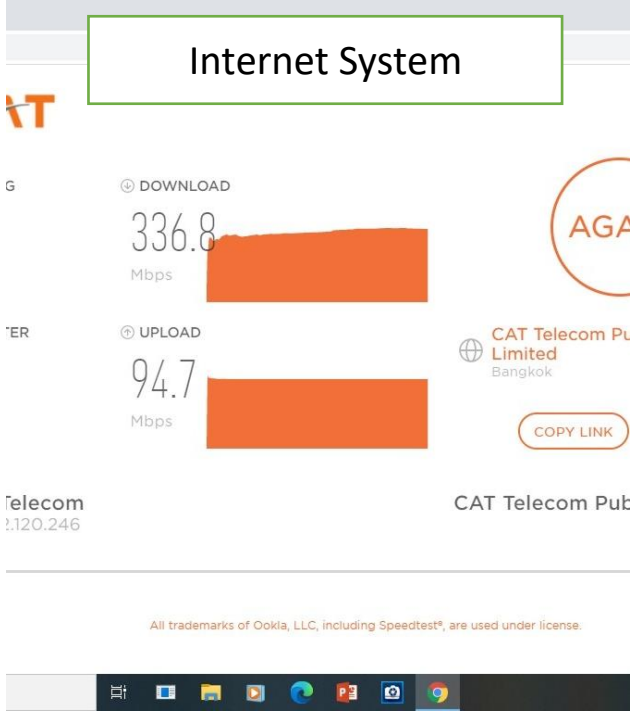

ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ กรมที่ดิน
Web Upload
(dol-rtknetwork.com)
RTK GNSS Network
ระบบติดตามโครงข่ายฯ
(dol-dms.com:8080)
อาคารรังวัดและทำแผนที่
สำนักงานที่ดิน
กรุงเทพมหานคร
ส.บางกอกน้อย
Server Phase 1
(122.155.131.34)
Server Phase 2
(122.155.131.38)
Server Phase 3
(110.78.0.54)
ให้บริการอับโหลดงานรังวัดของช่างรังวัดกรมที่ดินและช่างรังวัดเอกชน
ให้บริการสำหรับช่างรังวัดกรมที่ดินและช่างรังวัดเอกชน
ให้บริการหน่วยงานภายนอกและประชาชนทั่วไป (Port 2116)
ให้บริการติดตามสถานะโครงข่ายรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์

Connectivity

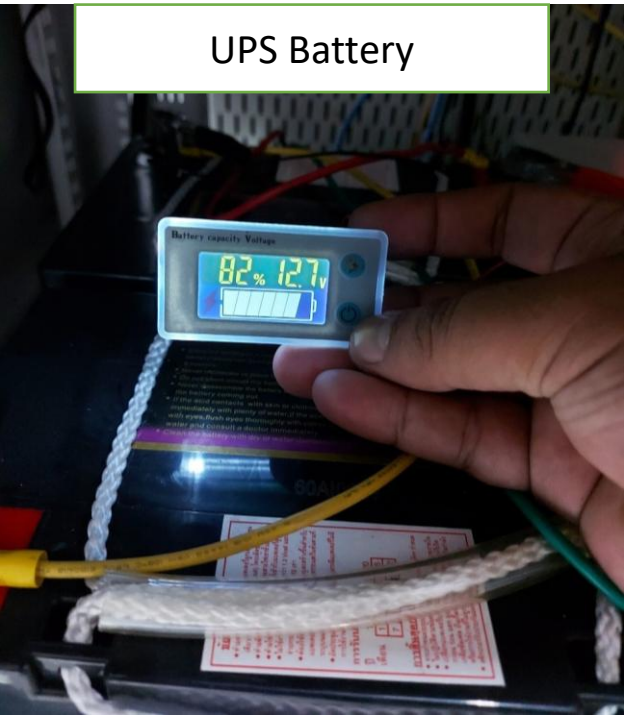
Temperature & Humidity

Receiver Health

Internet System



UPS Battery

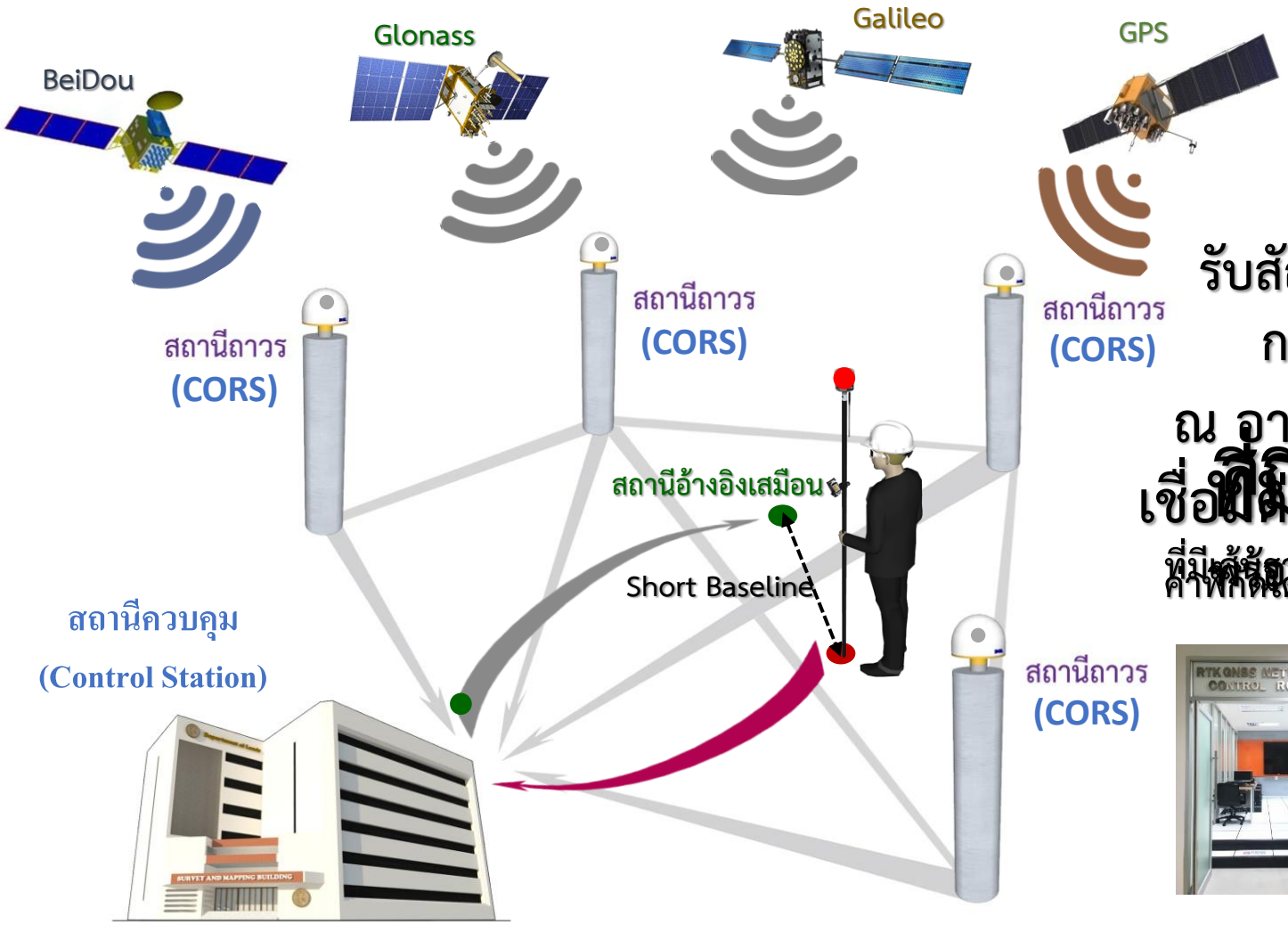


Ground System

DOLNet : Maintenance Service

- ระยะเวลารับประกัน : 7 ปี สำหรับบริการนอกสถานที่ของระบบ CORS และศูนย์ข้อมูล (DC)
- การบำรุงรักษา CORS ณ สถานที่ติดตั้ง: ทุกๆ 3-4 เดือน

หลักการทำงานของ RTK GNSS Network (VRS concept)



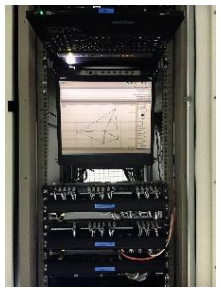
เซิร์ฟเวอร์ ณ อาคารรังวัดและทำแผนที่ กรมที่ดิน

สถานีอ้างอิงถาวร

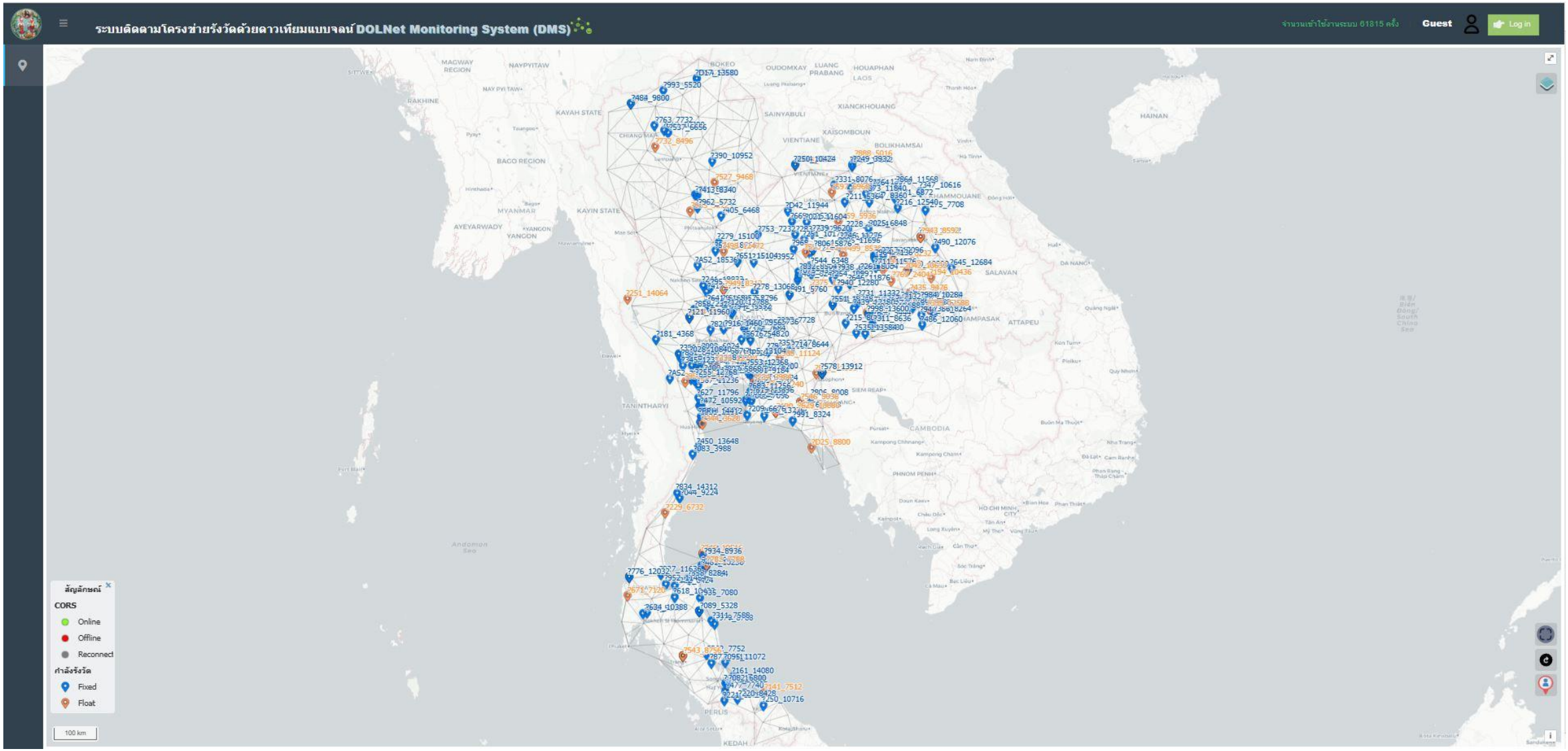
รับสัญญาณตลอด 24 ชั่วโมง

การทำงานของเซิร์ฟเวอร์

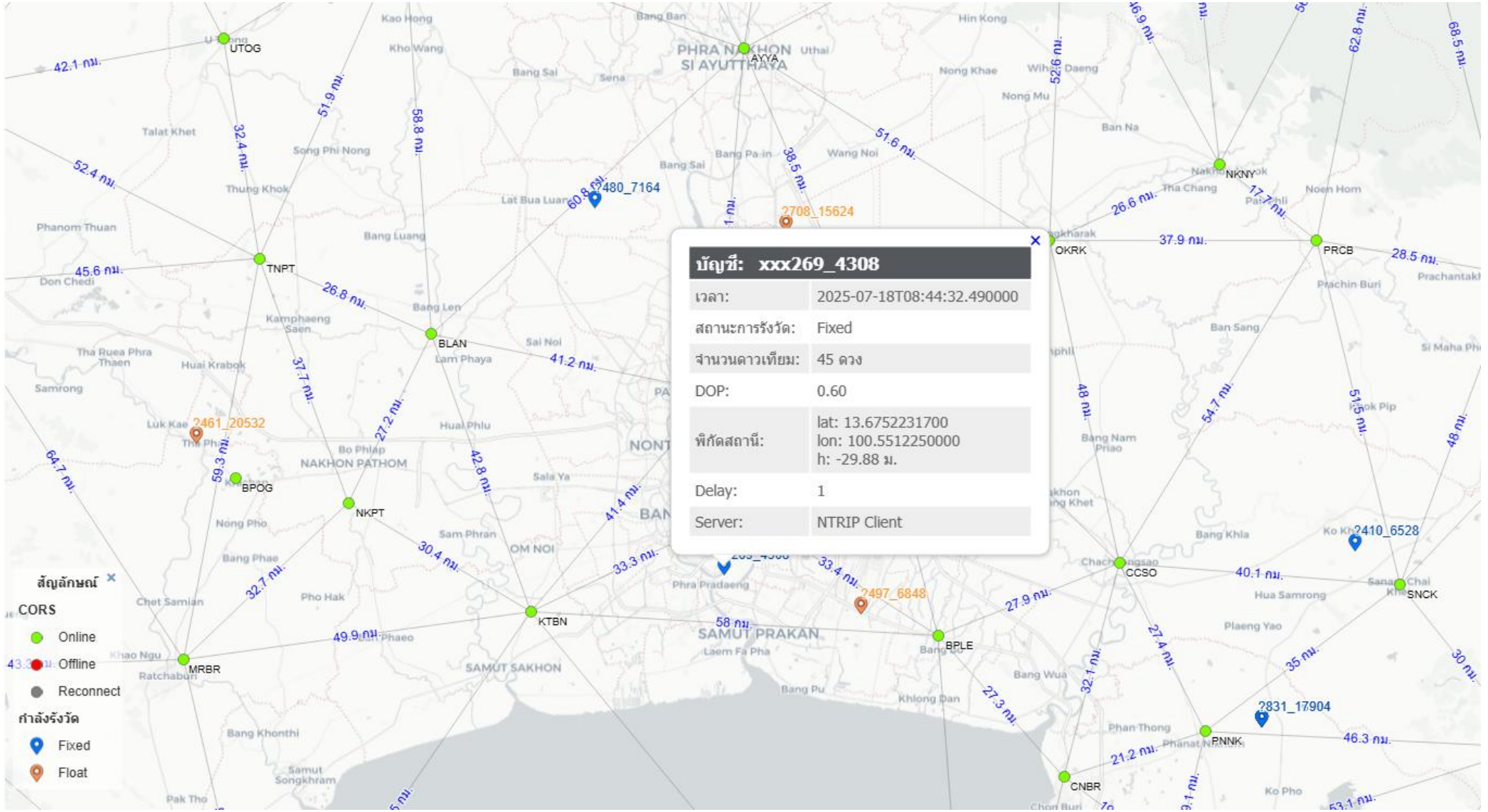
ณ อาคารรังวัดและทำแผนที่



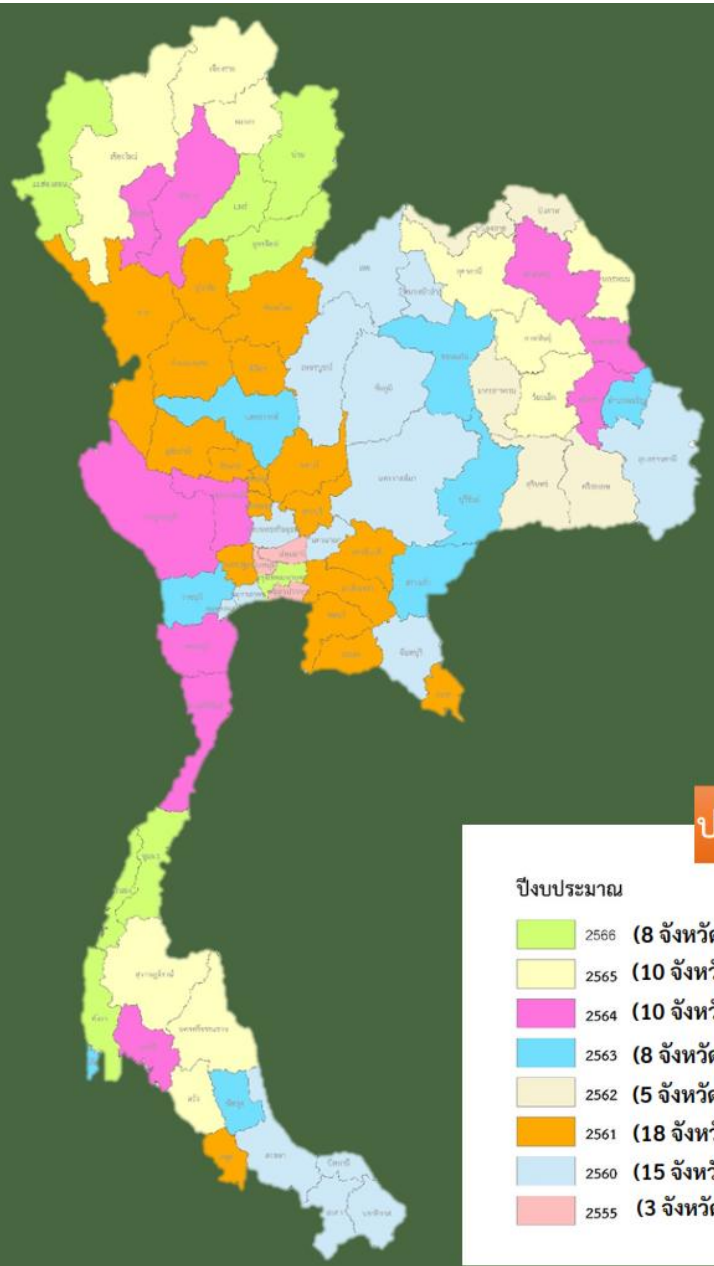
ระบบติดตามโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์
(DOLNet Monitoring System : DMS) (dol-rtknetwork)



ระบบติดตามโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์
(DOLNet Monitoring System : DMS) (dol-rtknetwork)



การประกาศพื้นที่ยกระดับการรังวัดที่ดินด้วยระบบดาวเทียม (RTK GNSS Network)



ภาพรวม
การรังวัดด้วยระบบดาวเทียมแบบจลน์
(RTK GNSS NETWORK)

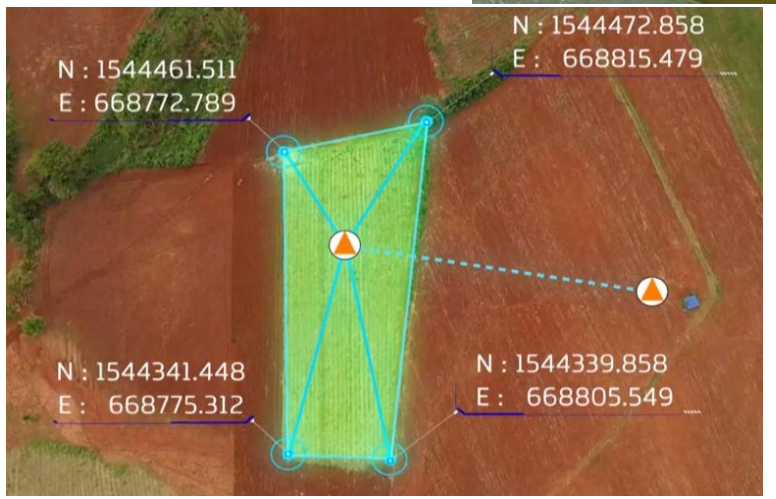
ประกาศพื้นที่ยกระดับการรังวัดที่ดินด้วยระบบดาวเทียม

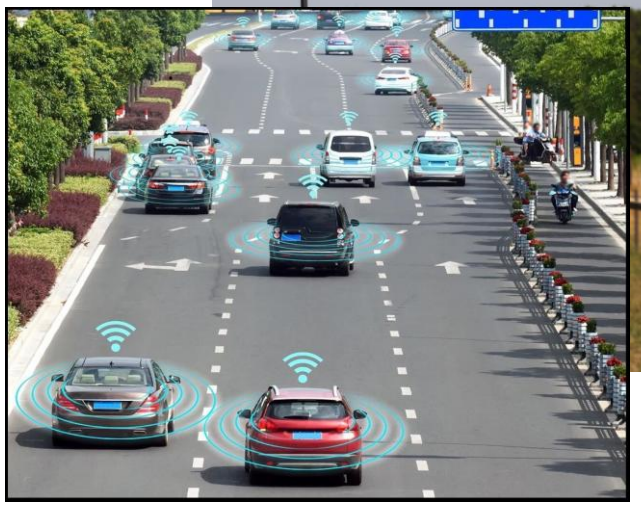
ปีงบประมาณ

2566	(8 จังหวัด) แม่ฮ่องสอน น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ ชุมพร ระนอง พังงา กรุงเทพมหานคร
2565	(10 จังหวัด) กาฬสินธุ์ นครพนม ร้อยเอ็ด อุดรธานี เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช
2564	(10 จังหวัด) เพชรบุรี มุกดาหาร สกลนคร ยโสธร สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ลำปาง ลำพูน กระบี่
2563	(8 จังหวัด) อำนาจเจริญ บุรีรัมย์ สระแก้ว ราชบุรี ภูเก็ต พัทลุง ขอนแก่น นครสวรรค์
2562	(5 จังหวัด) หนองคาย บึงกาฬ มหาสารคาม สุรินทร์ ศรีสะเกษ
2561	(18 จังหวัด) ตาก สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร อุทัยธานี ลพบุรี ชัย นาท สิงห์บุรี สระบุรี อ่างทอง ปราจีนบุรี นครปฐม ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง ตราด สตูล
2560	(15 จังหวัด) นครนายก พระนครศรีอยธุ ยา สมุทรสงคราม สมุทรสาคร นครราชสีมา ชัยภูมิ เลย เพชรบูรณ์ หนองบัวลำภู อุบลราชธานี จันทบุรี สงขลา นราธิวาส ปัตตานี ยะลา
2555	(3 จังหวัด) ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ

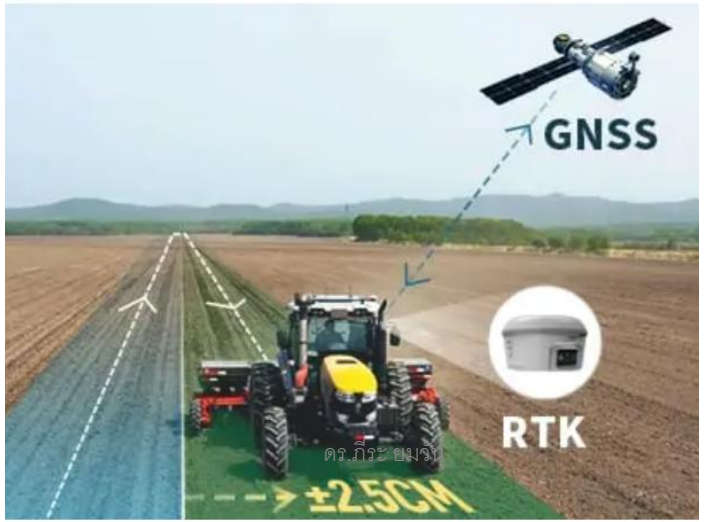
ผลลัพธ์เชิงประจักษ์ของ RTK GNSS Network

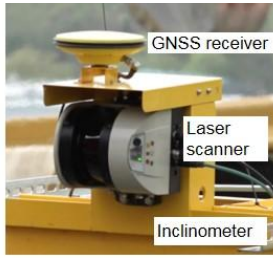
- ✓ ให้บริการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่ **77 จังหวัด** ทั่วประเทศ
- ✓ ให้บริการข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Location-Based Service) แก่ผู้ใช้งาน 10,479 ราย (ก.ค.68)
  - ช่างรังวัดกรมที่ดิน 4,810 ราย
  - ช่างรังวัดเอกชน 354 ราย
  - หน่วยงานภายนอก 5,315 ราย



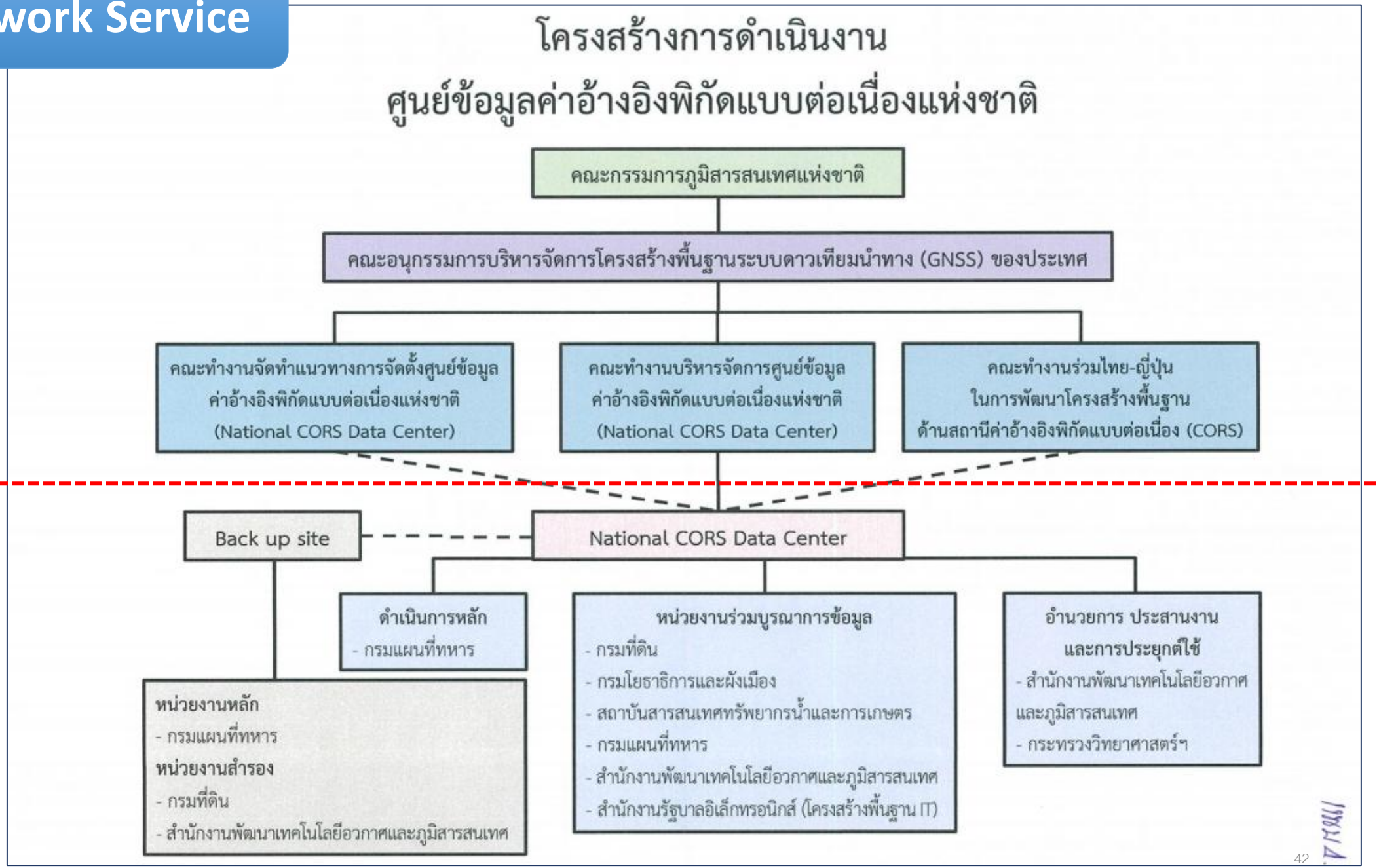


ลำดับ	จุดประสงค์การขอใช้งาน	%
1	การรังวัดที่ดิน	32.9
2	การก่อสร้าง	20.3
3	การเกษตร	19.4
4	การวิจัยและพัฒนา	10.5
5	การสำรวจทางอากาศ	6.0
6	การสำรวจทางอุทกศาสตร์	2.3
7	การคมนาคมขนส่ง	0.5
8	การป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ	0.2
9	ด้านอื่นๆ	7.9





CORS Network Service



หัวข้อบรรยาย

- วิวัฒนาการรังวัดที่ดินและปัญหาที่ผ่านมา
- ระบบพิกัดและหลักการรังวัดด้วย GNSS
- ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)
- การปฏิบัติงานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมตามระเบียบกรมที่ดิน
- ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม

การรังวัดทำแผนที่เพื่อออกโฉนดที่ดิน

ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ.2497) แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 49 (พ.ศ.2544)

๑. **<u>การรังวัดโดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่ง</u>** กระทำโดยการใช้กล้องธีโอโดไลท์และเครื่องมือวัดระยะโยงยึดหลักเขตวัดง่ามมุม ภาคของทิศ หรือใช้กล้องสำรวจแบบประมวลผล หรือการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือด้วยเครื่องมือสำรวจอื่นที่มีความละเอียดถูกต้อง ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมที่ดินกำหนด โดยคำนวณเป็นค่าพิกัดฉากสืบเนื่องจากหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดิน และคำนวณพื้นที่โดยวิธีคณิตศาสตร์จากค่าพิกัดฉากของแต่ละมุมเขต

๒. **<u>การรังวัดโดยวิธีแผนที่ชั้นสอง</u>** ใช้แผนที่ระวางเป็นหลักกระทำโดยวิธีวัดระยะเป็นมุมฉากหรือวัดระยะสกัดเป็นรูปสามเหลี่ยมจากเส้นหมุดหลักฐานโครงงานแผนที่ หรือโดยวิธีจากรูปถ่ายทางอากาศและคำนวณเนื้อที่โดยวิธีคณิตศาสตร์หรือโดยมาตราส่วน

ความแตกต่างการรังวัดที่ดินวิธีการเดิมและใหม่ (Difference)

ข้อเปรียบเทียบ	วิธีแผนที่ชั้นสอง	วิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบดาวเทียม
ความถูกต้องทางตำแหน่งในระวางแผนที่	ระดับเมตร	ระดับเซนติเมตร
การอ้างอิงตำแหน่งแปลงที่ดิน	ไม่มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (ยึดระวางแผนที่เป็นหลัก)	มีค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (ยึดโยงกับภูมิประเทศ)
เครื่องมือสำรวจ	เทปวัดระยะ และกล้องสำรวจ	เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และกล้องสำรวจ
การตรวจสอบตำแหน่งแปลงที่ดิน	ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ชัดเจน ต้องใช้การระวังชี้แนวเขตของเจ้าของที่ดินและข้างเคียง	ใช้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ในการตรวจสอบตำแหน่งแปลงที่ดิน

แนวทางปฏิบัติงานรังวัดที่ดินด้วยระบบดาวเทียม (Guideline)

ระเบียบ
ระเบียบ
ระเบียบ

- ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดสอบเขต แบ่งแยก และรวมโฉนดที่ดิน พ.ศ. ๒๕๒๗
- ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดและทำแผนที่เพื่อเก็บรายละเอียดแปลงที่ดินโดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งในระบบพิกัดฉาก ยู ที เอ็ม พ.ศ. ๒๕๔๒
- ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒
- ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๖

การรังวัดโดยระบบโครงข่าย ฯ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ดังนี้

๑. ก่อนทำการรังวัดให้ตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยรับสัญญาณที่หมุดตรวจสอบก่อน โดยค่าความแตกต่างต้องอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง ± ๔ เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของงานรังวัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

๒. การรับสัญญาณดาวเทียมโดยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมประกอบขากล้อง ตั้งให้ตรงศูนย์กลางหมุดดาวเทียม RTK GNSS Network และให้ตรวจสอบการรับสัญญาณดาวเทียมซ้ำ ๓ ครั้ง ซึ่งก่อนการรับสัญญาณดาวเทียมครั้งที่ครั้งต่อไป ให้ปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแล้วเปิดใหม่ เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณมีสภาพเริ่มตอนการทำงานใหม่ โดยความความแตกต่างของค่าพิกัดฉากต้องอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง ± ๔ เซนติเมตร

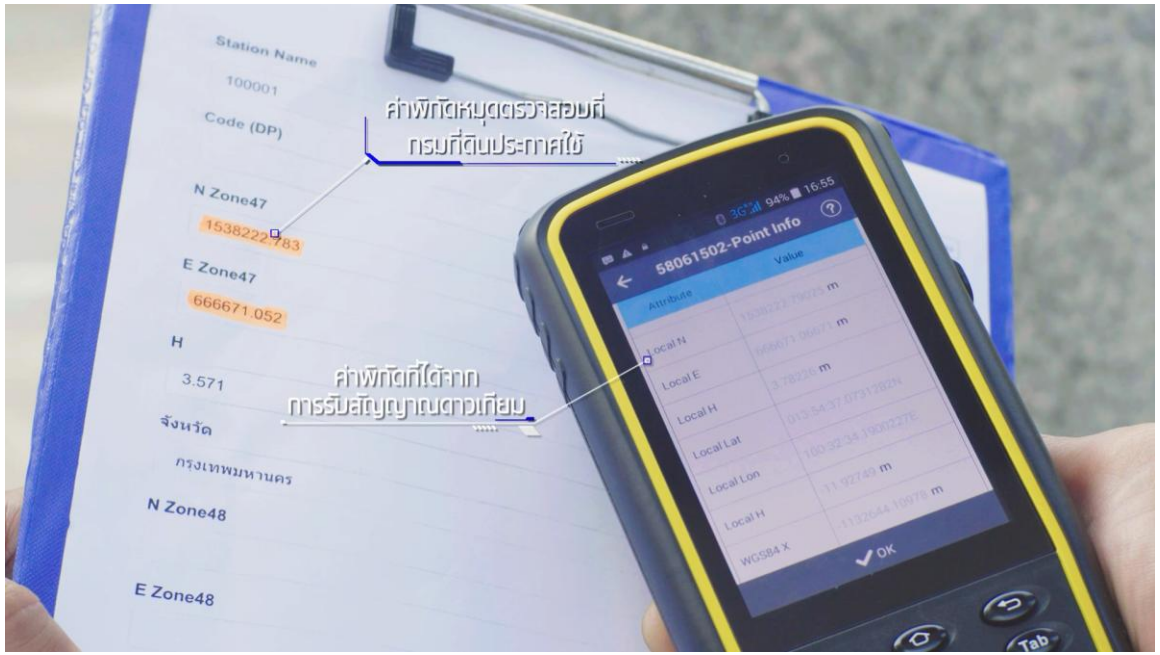
การรังวัดโดยระบบโครงข่าย ฯ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

- ☑ ให้ใช้วิธีการรังวัดเป็นแบบสถานีโครงข่าย
- ☑ ให้ใช้ค่า PDOP ขณะทำการรังวัดไม่ เกิน ๕.๐
- ☑ ให้ใช้ ค่า RMS ไม่เกิน ๓.๐ เซนติเมตร
- ☑ ให้ใช้ผลการรังวัดเป็นแบบ Fixed
- ☑ ให้รังวัดข้อมูลทุก ๑ วินาที และข้อมูลรังวัดไม่น้อยกว่า ๖๐ ข้อมูล

- ❖ PDOP ย่อมาจาก Position Dilution of Precision คือความคลาดเคลื่อนของการกระจายตัวของดาวเทียมเชิงเรขาคณิต
- ❖ RMS ย่อมาจาก Root Mean Square คือรากที่สองของค่าเฉลี่ยของกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน เป็นการหาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการรังวัด
- ❖ Fixed คือผลลัพธ์การรังวัดสามารถคำนวณจำนวนรอบเต็มของคลื่นที่ส่งจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับได้อย่างถูกต้อง

การรังวัดโดยระบบโครงข่าย ฯ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

ข้อ ๗ ก่อนทำการรังวัดให้ตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจรโดยรับสัญญาณที่หมุดตรวจสอบ RTK Network ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมประกอบขาตั้งแบบสามขา (Tripod) ตั้งให้ตรงศูนย์กลางหมุดดาวเทียม และต้องมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ ± ๔ เซนติเมตร



ห้ามรับสัญญาณครั้งเดียว แล้วนำไปใช้หลายโปรเจ็ค!!!

การรังวัดโดยระบบโครงข่าย ฯ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รับสัญญาณดาวเทียม 3 ครั้ง ครั้งละ 60 วินาที

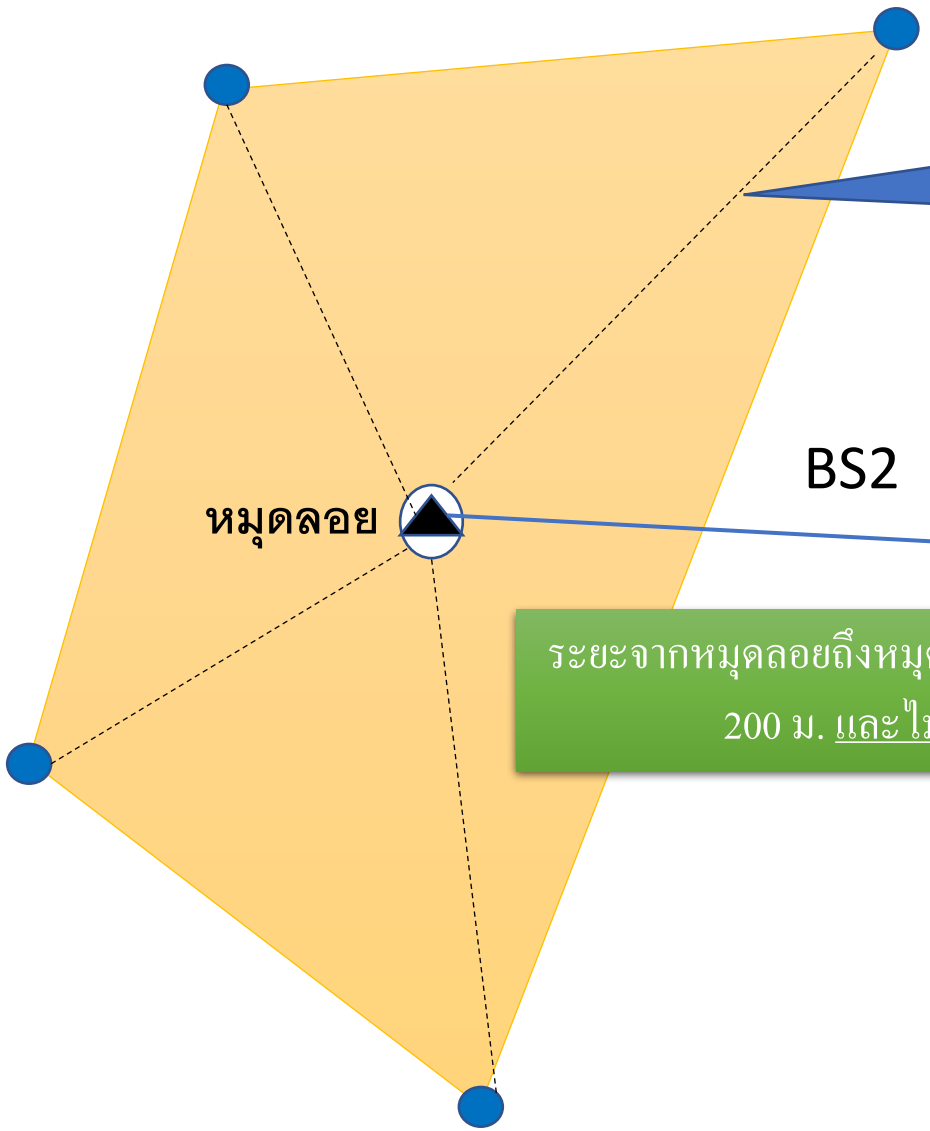
เปรียบเทียบค่าพิกัด 3 คู่
1) ครั้งที่ 1 กับ 2
2) ครั้งที่ 1 กับ 3
3) ครั้งที่ 2 กับ 3

ค่าพิกัดคู่ใดคู่หนึ่งต่างกันเกิน 4 ซม. (ในทางราบ)

ค่าพิกัดทุกคู่ต่างกันไม่เกิน 4 ซม. (ในทางราบ)

ใช้ค่าพิกัดเฉลี่ยของ 3 ครั้ง เป็นค่าพิกัดหมุดดาวเทียม RTK Network หรือหลักเขตที่ดิน (แล้วแต่กรณี)

การสร้างหมุดดาวเทียม RTK Network และการรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดิน



ระยะโยงยึดจาก
หมุดลอยต้องไม่เกิน 100 ม.
และไม่เกิน BS2

หมุดลอย

BS2

หมุดดาวเทียม 2

BS1

หมุดดาวเทียม 1

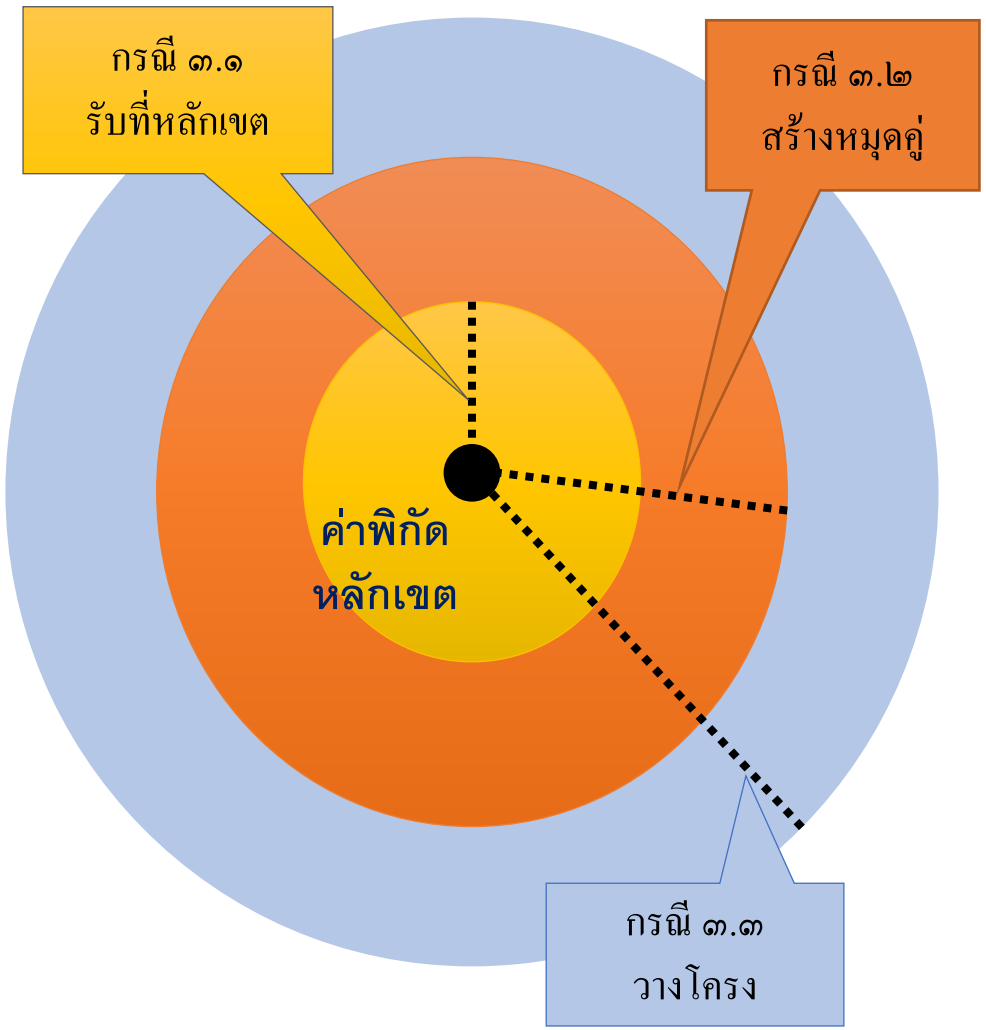
ระยะจากหมุดลอยถึงหมุดดาวเทียมต้องไม่เกิน
200 ม. และไม่เกิน BS1

ระยะของคู่ดาวเทียม RTK Network ต้อง $\geq$ 100 ม.

กรณีจำเป็น
ระยะของคู่ดาวเทียม ตั้งแต่ 50 - 100 ม.
ต้องให้หัวหน้าฝ่ายรังวัดพิจารณาอนุญาต

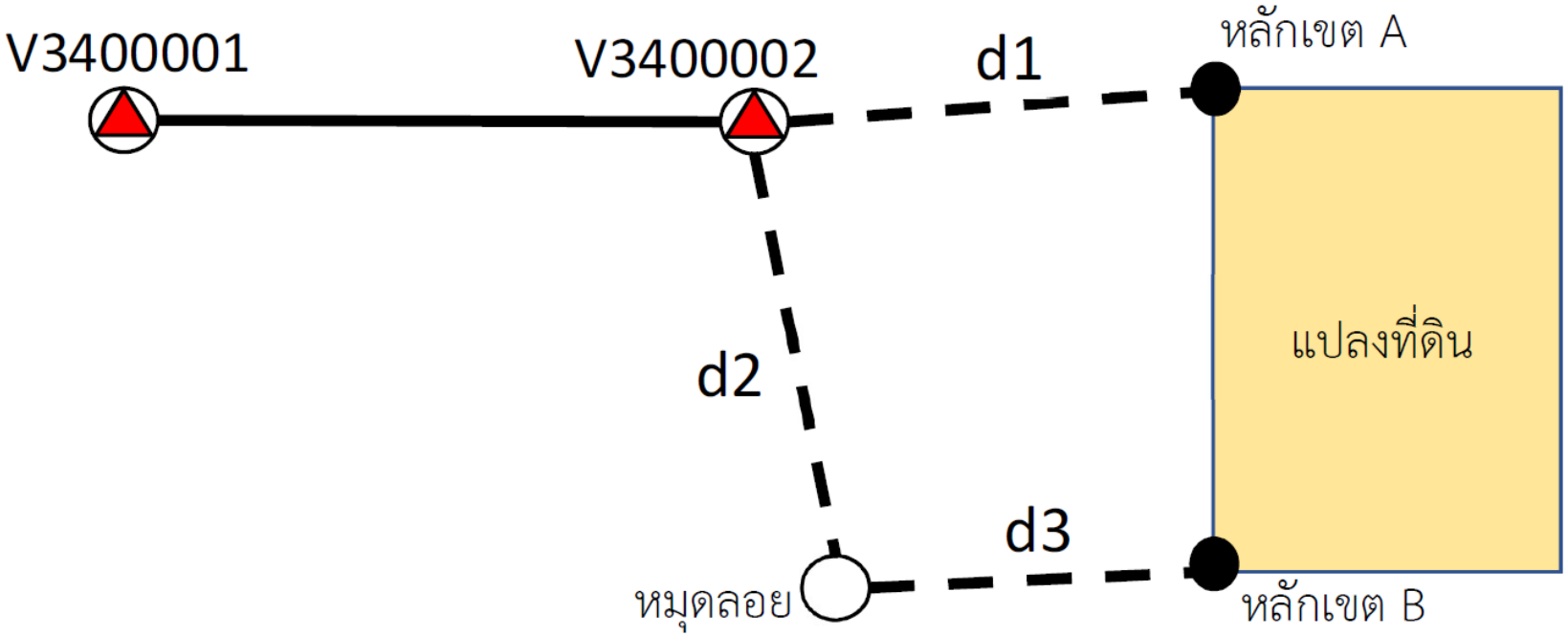
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนการรังวัดที่ดินด้วยระบบดาวเทียม

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่หลักเขต



ลำดับ	รายการ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ
๑	การตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยรับสัญญาณที่หมุดตรวจสอบ RTK Network	± ๔ เซนติเมตร
๒	การรับสัญญาณดาวเทียม โดยให้ทำการรับสัญญาณดาวเทียม ๓ ครั้ง	± ๔ เซนติเมตร
๓	การตรวจสอบค่าพิกัดเดิมและค่าพิกัดใหม่ของหลักเขตที่ดิน แบ่งตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งตามลำดับ ดังนี้	
	๓.๑ การรับสัญญาณดาวเทียมโดยตรงที่หลักเขตที่ดิน	± ๔ เซนติเมตร
	๓.๒ การรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดินจากหมุดดาวเทียม RTK Network	$\pm [๔ \text{ เซนติเมตร} + \left(\frac{D1 \times ๑๐๐}{๑๐,๐๐๐}\right)]$ D1=ระยะโยงยึดจากหมุดดาวเทียม RTK Network ถึงหลักเขตที่ดิน หน่วยเป็นเมตร
	๓.๓ การรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดินจากหมุดหลักฐานเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อเก็บรายละเอียดแปลงที่ดิน	$\pm [๔ \text{ เซนติเมตร} + \left(\frac{D2 \times ๑๐๐}{๑๐,๐๐๐}\right)]$ D2=ผลรวมของระยะโยงยึดกับระยะแต่ละช่วงของหมุดหลักฐานแผนที่ถึงหมุดดาวเทียม RTK Network ที่อยู่ใกล้ที่ใช้ออกหรือเข้าบรรจบ หน่วยเป็นเมตร

การคำนวณความคลาดเคลื่อน กรณี ๓.๒
การรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดินจากหมุดดาวเทียม RTK Network



เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ = $\pm$ [๔ เซนติเมตร + $\left(\frac{\text{D1 x ๑๐๐}}{\text{๑๐,๐๐๐}}\right)$]

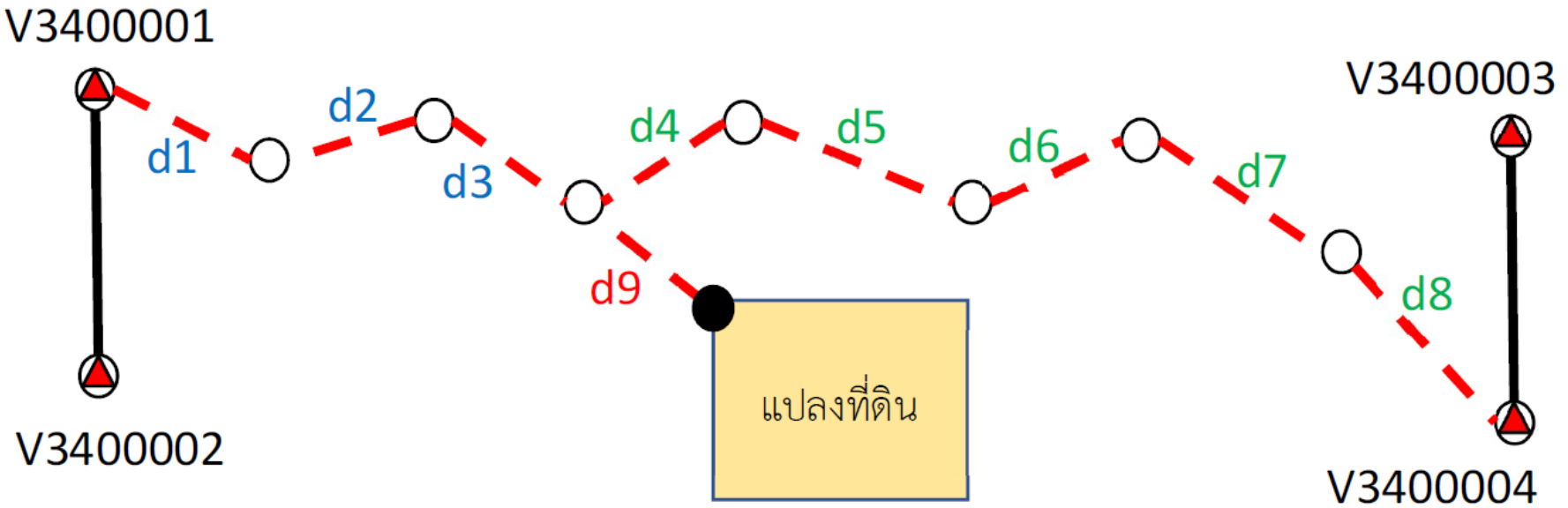
D1 คือ ระยะโยงยึดจากหมุดดาวเทียม RTK Network ถึงหลักเขตทีดิน หน่วยเป็นเมตร

<u>กรณีที่ 1</u> ทำการรังวัดโยงยึดออกจากหมุด RTK Network ถึงหลักเขต A จะมีระยะ D1 = d1

<u>กรณีที่ 2</u> ทำการรังวัดโยงยึดออกจากหมุดลอย ถึงหลักเขต B จะมีระยะ D1 = d2 + d3

ดร.ภีระ ยมวัน

การคำนวณความคลาดเคลื่อน กรณี ๓.๓
การรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดินจากหมุดหลักฐานเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อเก็บรายละเอียดแปลงที่ดิน



เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งในทางราบ = $\pm$ [๔ เซนติเมตร + $\left(\frac{\text{D2 x ๑๐๐}}{\text{๑๐,๐๐๐}}\right)$]

D2 คือ ผลรวมของระยะโยงยึดกับระยะแต่ละช่วงของหมุดหลักฐานแผนที่ถึงหมุดดาวเทียม RTK Network ที่อยู่ใกล้ที่ใช้ออกหรือเข้าบรรจบ หน่วยเป็นเมตร

จากรูปตัวอย่าง ระยะ D2 = d1 + d2 + d3 + d9

หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า D2 คือระยะที่สั้นที่สุดจากหมุดดาวเทียม RTK Network ถึงหมุดหลักเขตที่ดิน

ต้องตรวจสอบเปรียบเทียบค่าพิกัดเก่า-ใหม่ของหลักเขตทุกครั้ง !

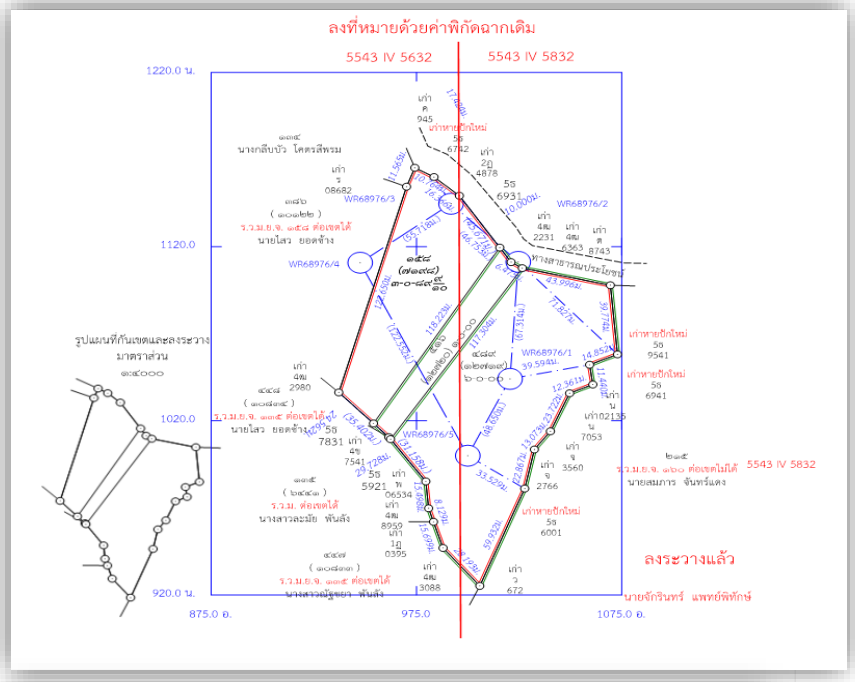
ตารางแสดงตัวอย่างการตรวจสอบค่าพิกัดเดิมและค่าพิกัดใหม่ของหลักเขตที่ดิน

คำอธิบาย: ในการรังวัดหลักเขตที่ดินแต่ละครั้ง สามารถคำนวณเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ตามระเบียบฯ ภาคผนวก ค ข้อ ๓.๑ - ๓.๓ จึงอาจมีข้อสงสัยว่า หากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของการรังวัดเดิมและการรังวัดใหม่ไม่เท่ากัน ควรจะใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนใดในการตรวจสอบ จึงขออธิบายเพิ่มเติมในที่นี้ว่า **ให้ใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าในการตรวจสอบค่าพิกัดของหลักเขตที่ดินในทุกกรณี** ดังตารางดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง	การรังวัดเดิม	การรังวัดใหม่	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ
๑	ข้อ ๓.๒ การรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดินจากหมุดดาวเทียม RTK Network โดยมีระยะ D1 = ๑๐๐ ม. มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± ๕ ซม.	ข้อ ๓.๑ การรับสัญญาณดาวเทียมโดยตรง มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± ๔ ซม.	ให้ตรวจสอบค่าพิกัดของหลักเขตโดยใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าในกรณีนี้คือ ± ๕ ซม.
๒	ข้อ ๓.๑ การรับสัญญาณดาวเทียมโดยตรง มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± ๔ ซม.	ข้อ ๓.๒ การรังวัดโยงยึดหลักเขตที่ดินจากหมุดดาวเทียม RTK Network โดยมีระยะ D1 = ๒๐๐ ม. มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± ๖ ซม.	ให้ตรวจสอบค่าพิกัดของหลักเขตโดยใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่มากกว่าในกรณีนี้คือ ± ๖ ซม.

ดร.ภีระ ยมวัน

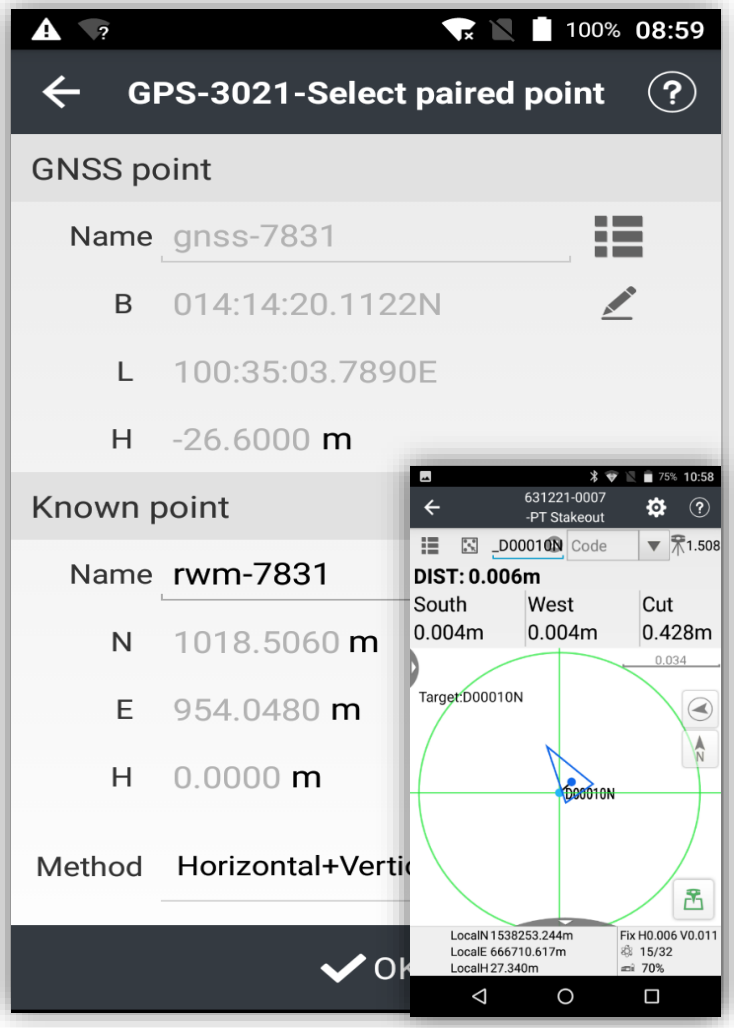
- ฟังก์ชั่นการใช้งาน Site Calibration



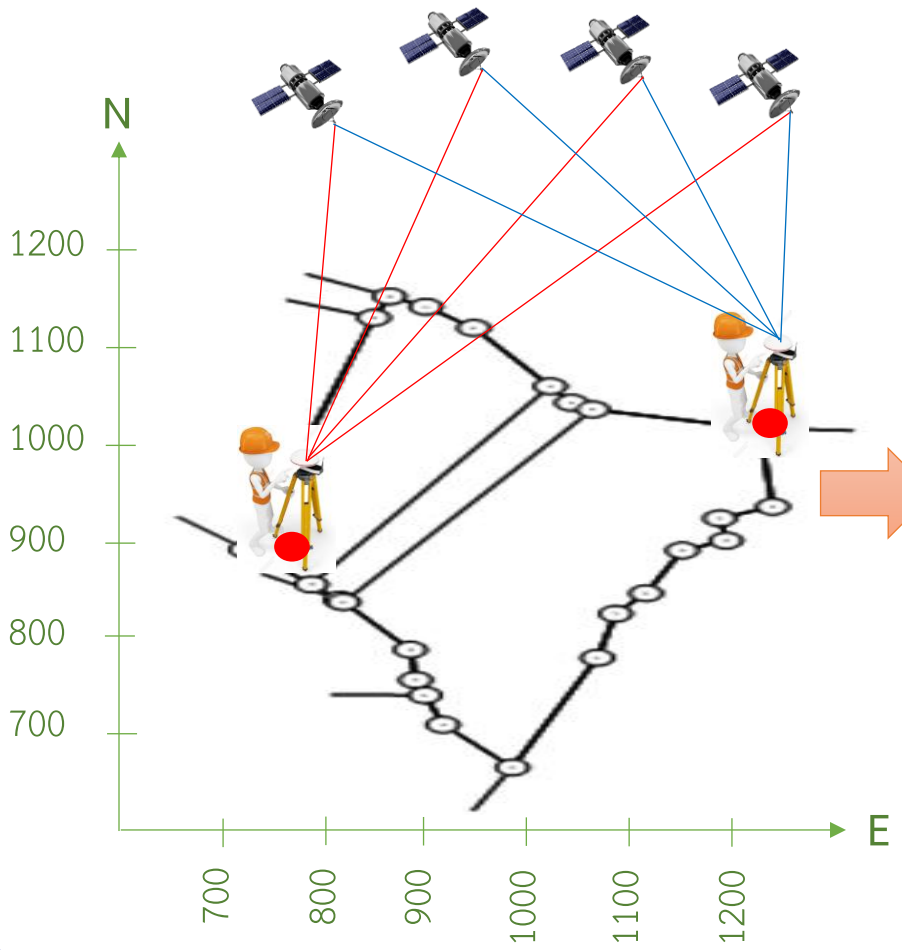
DOLCAD Version 2.2.0.4 รังวัดโดยวิธีแผนที่ชั้น 2

หลักเขตที่ดิน	ผลต่างพิกัดฉากเหนือ ม.(+)ต.(-) เมตร	พิกัดฉาก เหนือ เมตร	พิกัดฉาก ออก เมตร
5ธ-6931		1 119.472	1 015.551
5ธ-7831	-100.966	1 018.506	954.048
เก่า-4ข-7541	-7.860	1 010.646	961.513
5ธ-5921	-1.167	1 009.479	962.340
เก่า-4ฒ-6363	98.181	1 107.660	1 026.532
เก่า-4ฒ-2231	3.470	1 111.130	1 021.065
5ธ-6931	8.342	1 119.472	1 015.551

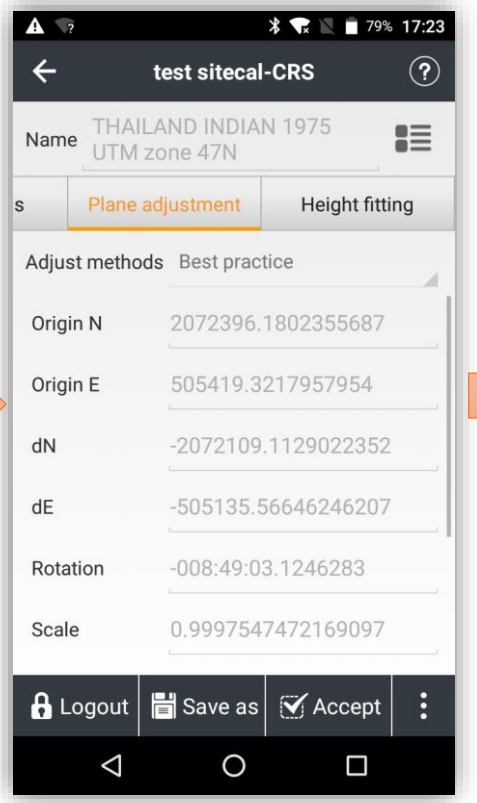
รับสัญญาณโดยวิธีโครงข่าย RTK GNSS Network
ที่หัวหลักเขตที่ดิน **อย่างน้อย ๒ จุด**



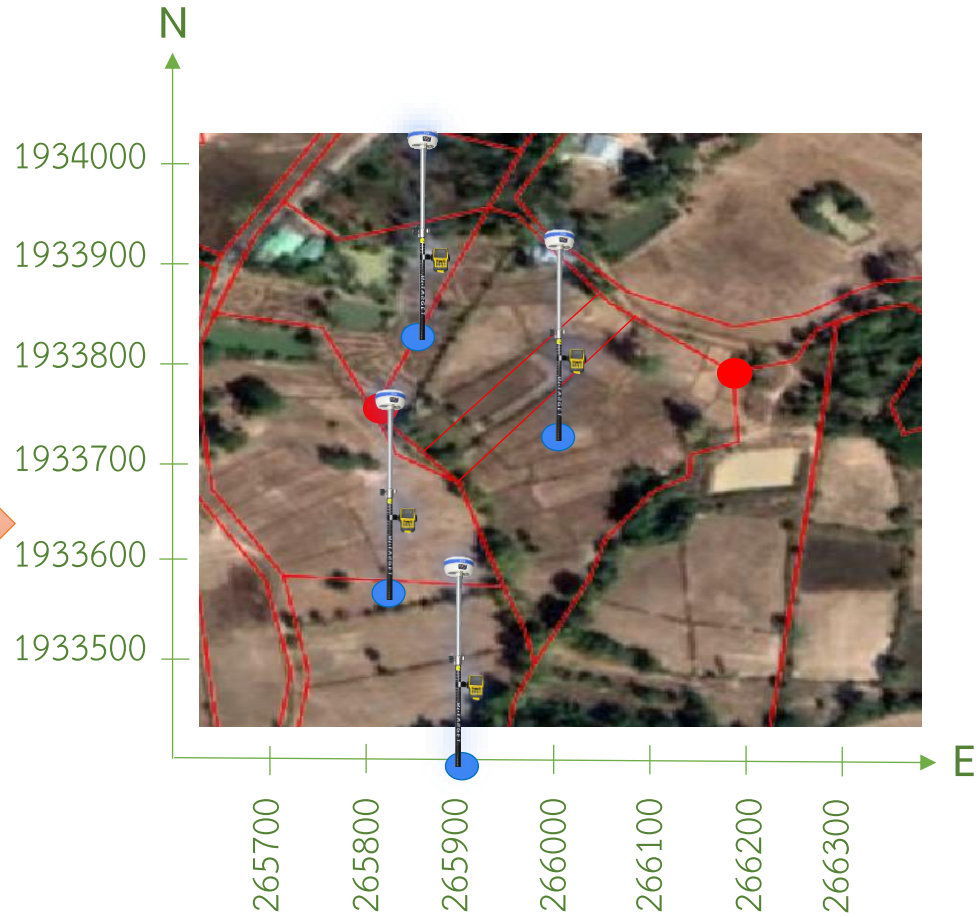
- ฟังก์ชั่นการใช้งาน Site Calibration



ค่าพิกัดงานชั้นสอง (ศูนย์ลอย)



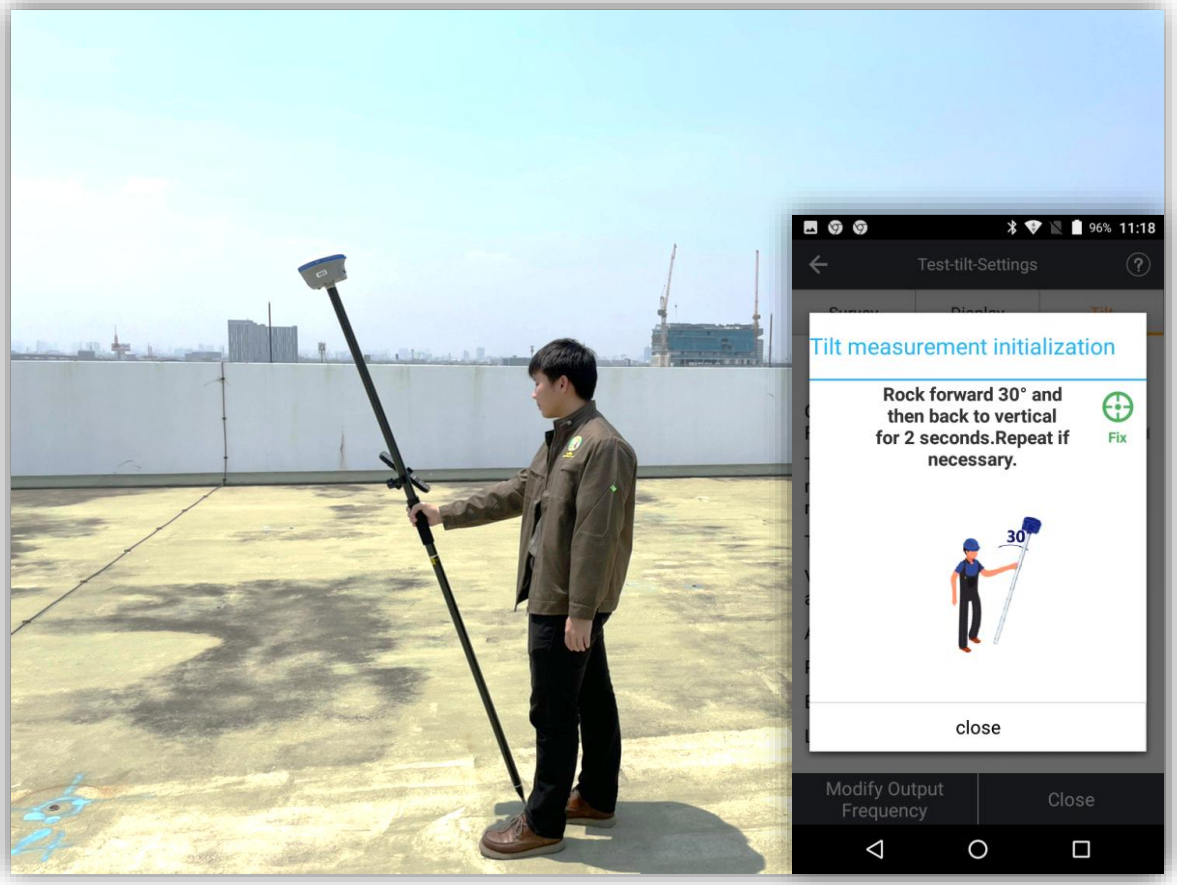
พารามิเตอร์ที่ใช้ในการแปลงค่า



ค่าพิกัดงานชั้นหนึ่ง (RTK GNSS Network)

- ฟังก์ชั่นการใช้งาน Stake Out

- ฟังก์ชั่นการใช้งาน Tilt Sensor



หมวด ๗ การตรวจสอบเครื่องมือ

ข้อ ๒๐ ให้ตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร ที่ใช้ปฏิบัติงานตามระเบียบนี้ อย่างน้อย ๒ ปีต่อครั้ง ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีกรมที่ดินกำหนด

ห้ามนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ที่ไม่ผ่านการทดสอบไปใช้งาน!

ที่ มท ๐๕๑๒.๒/ว ๑๐๗๐๗

กรมที่ดิน
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษาฯ
อาคารรัฐประศาสนภักดี ถนนแจ้งวัฒนะ
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ๑๐๒๑๐

๒๗ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง การตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover)

เรียน ผู้ว่าราชการจังหวัดทุกจังหวัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บัญชีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover)
๒. หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover)
๓. คู่มือการส่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover)

ด้วยอธิบดีกรมที่ดินได้อนุมัติให้ใช้หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover) ตามระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดทำแผนที่โดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) พ.ศ. ๒๕๖๒ หมวด ๗ การตรวจสอบเครื่องมือ ข้อ ๒๐ กำหนดว่า “ให้ตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร ที่ใช้ปฏิบัติงานตามระเบียบนี้ อย่างน้อย ๒ ปีต่อครั้ง ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีกำหนด”

กรมที่ดินพิจารณาแล้ว เพื่อให้งานบริการรังวัดที่ดินโดยวิธีแผนที่ชั้นหนึ่งด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามระเบียบที่กรมที่ดินกำหนด จึงขอได้แจ้งให้สำนักงานที่ดินตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover) ที่อยู่ในความรับผิดชอบตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ๑ รวมถึงเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับสถานีจร (Rover) ที่ช่างรังวัดได้จัดซื้อส่วนตัวและประสงค์นำมาใช้ในภารกิจงานรังวัดของกรมที่ดิน โดยให้ดำเนินการตรวจสอบตามหลักเกณฑ์และวิธีการตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ๒ และ ๓

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและแจ้งให้สำนักงานที่ดินดำเนินการต่อไป

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๒.

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๓.

ขอแสดงความนับถือ

(นายวราพงษ์ เกียรตินิยมรุ่ง)
ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมสำรวจ ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมที่ดิน

การตรวจสอบเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมตามระเบียบกรมที่ดิน

ขั้นตอนการตรวจสอบ ให้ทำการตรวจสอบทั้ง ๒ วิธี

๑. วิธีการ Real Time Kinematic: RTK

(๑) ใช้วิธีการรังวัด RTK Network

(๒) ค่าพีดอป (PDOP) ขณะรังวัดไม่เกิน ๕.๐

(๓) ค่า RMS ในทางราบ ไม่เกิน ๓.๐ เซนติเมตร

(๔) ผลการรังวัดเป็นแบบฟิกซ์ (Fixed)

(๕) รับสัญญาณทุก ๑ วินาที เป็นเวลา ๖๐ วินาที จำนวน ๑๐ ครั้ง

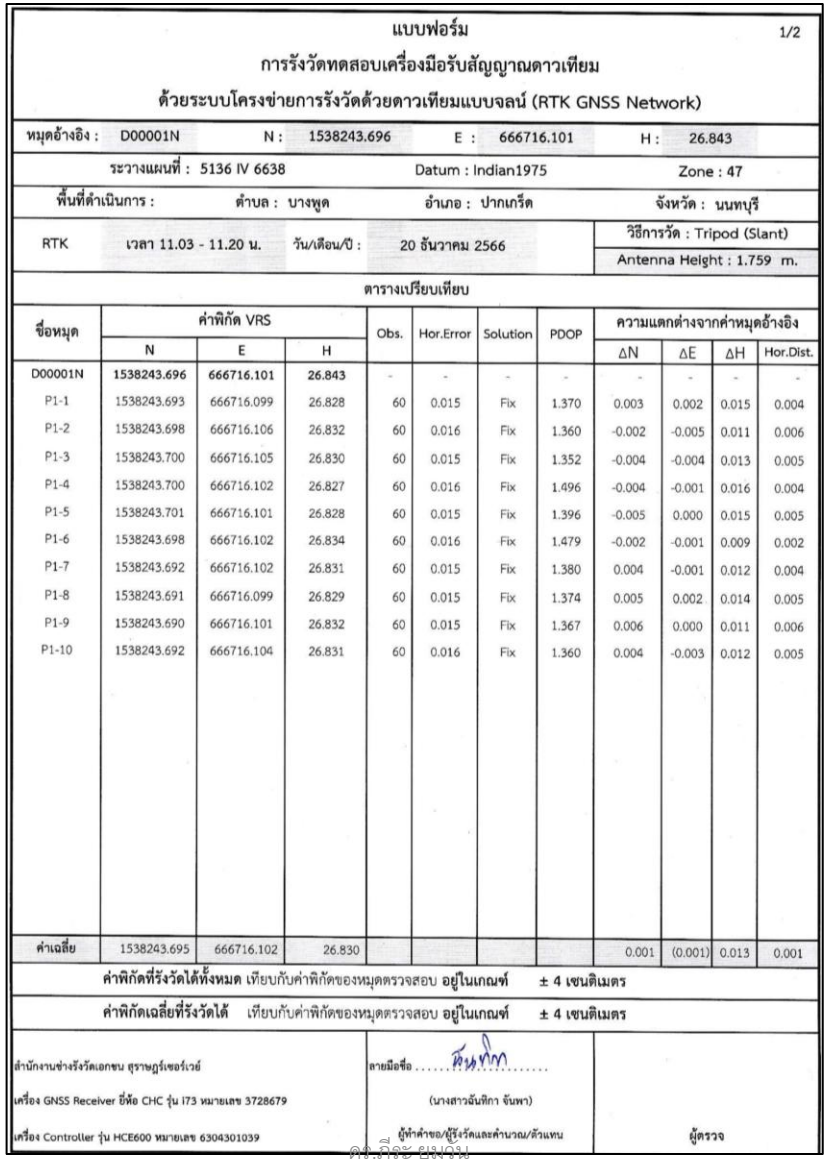
๒. วิธีการ Rapid Static

๑) รับสัญญาณทุก ๑ วินาที เป็นเวลา ๔๐ นาที จำนวน ๑ ครั้ง

๒) จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ RINEX

เกณฑ์การตรวจสอบ :Horizontal Error ±๔ เซนติเมตร

หมายเหตุ: ผลการตรวจสอบมีอายุ ๒ ปี



แบบฟอร์ม 1/2

การรังวัดทดสอบเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม

ด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)

หมุดอ้างอิง : D00001N N : 1538243.696 E : 666716.101 H : 26.843

ระวางแผนที่ : 5136 IV 6638 Datum : Indian1975 Zone : 47

พื้นที่ดำเนินการ : ตำบล : บางพูด อำเภอ : ปากเกร็ด จังหวัด : นนทบุรี

RTK เวลา 11.03 - 11.20 น. วัน/เดือน/ปี : 20 ธันวาคม 2566 วิธีการวัด : Tripod (Slant) Antenna Height : 1.759 m.

ตารางเปรียบเทียบ

ชื่อหมุด	ค่าพิกัด VRS			Obs.	Hor.Error	Solution	PDOP	ความแตกต่างจากค่าหมุดอ้างอิง			
	N	E	H					ΔN	ΔE	ΔH	Hor.Dist.
D00001N	1538243.696	666716.101	26.843	-	-	-	-	-	-	-	-
P1-1	1538243.693	666716.099	26.828	60	0.015	Fix	1.370	0.003	0.002	0.015	0.004
P1-2	1538243.698	666716.106	26.832	60	0.016	Fix	1.360	-0.002	-0.005	0.011	0.006
P1-3	1538243.700	666716.105	26.830	60	0.015	Fix	1.352	-0.004	-0.004	0.013	0.005
P1-4	1538243.700	666716.102	26.827	60	0.016	Fix	1.496	-0.004	-0.001	0.016	0.004
P1-5	1538243.701	666716.101	26.828	60	0.015	Fix	1.396	-0.005	0.000	0.015	0.005
P1-6	1538243.698	666716.102	26.834	60	0.016	Fix	1.479	-0.002	-0.001	0.009	0.002
P1-7	1538243.692	666716.102	26.831	60	0.015	Fix	1.380	0.004	-0.001	0.012	0.004
P1-8	1538243.691	666716.099	26.829	60	0.015	Fix	1.374	0.005	0.002	0.014	0.005
P1-9	1538243.690	666716.101	26.832	60	0.015	Fix	1.367	0.006	0.000	0.011	0.006
P1-10	1538243.692	666716.104	26.831	60	0.016	Fix	1.360	0.004	-0.003	0.012	0.005
ค่าเฉลี่ย	1538243.695	666716.102	26.830					0.001	(0.001)	0.013	0.001

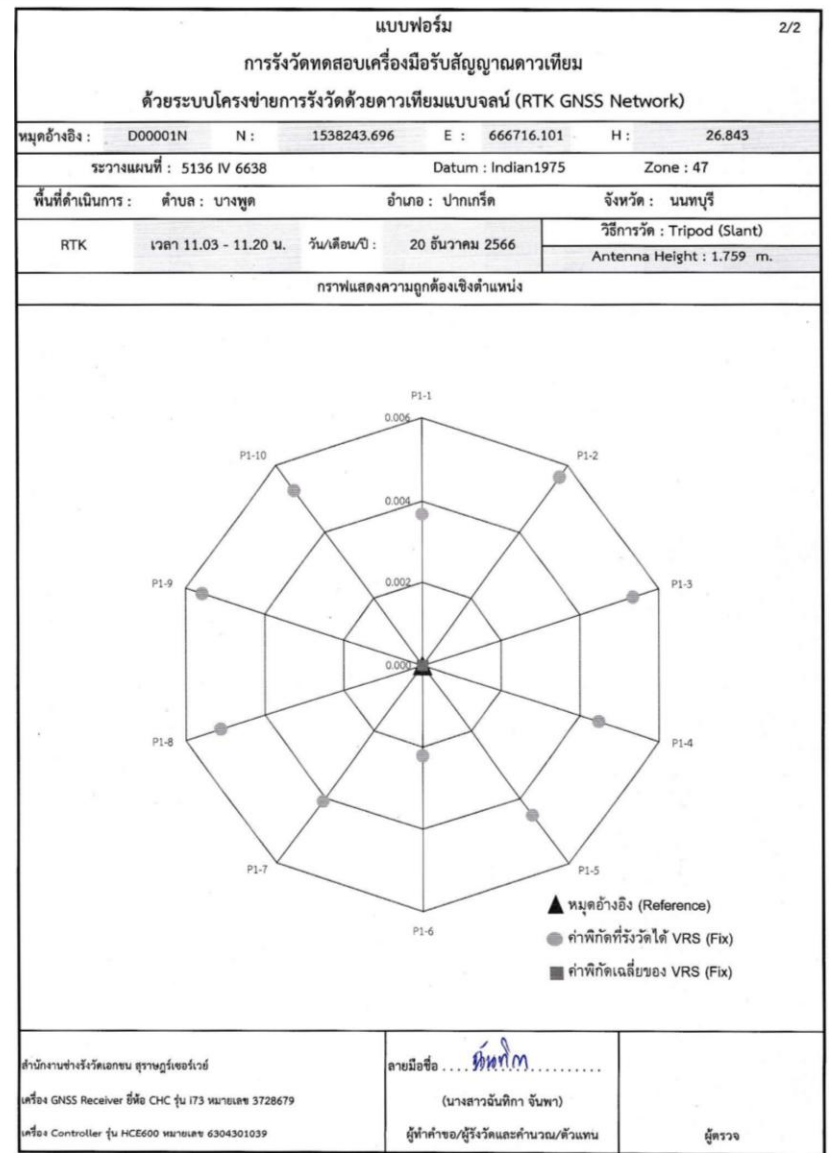
ค่าพิกัดที่รังวัดได้ทั้งหมด เทียบกับค่าพิกัดของหมุดตรวจสอบ อยู่ในเกณฑ์ ± 4 เซนติเมตร

ค่าพิกัดเฉลี่ยที่รังวัดได้ เทียบกับค่าพิกัดของหมุดตรวจสอบ อยู่ในเกณฑ์ ± 4 เซนติเมตร

สำนักงานช่างรังวัดเอกชน สุราษฎร์เซอร์เวย์ | ลายมือชื่อ ..... | ผู้ตรวจ

เครื่อง GNSS Receiver ยี่ห้อ CHC รุ่น i73 หมายเลข 3728679 | (นางสาวฉันทิกา จันพา)

เครื่อง Controller รุ่น HCE600 หมายเลข 6304301039 | ผู้ทำคำขอ/ผู้รังวัดและคำนวณ/ตัวแทน



แบบฟอร์ม 2/2

การรังวัดทดสอบเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม

ด้วยระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)

หมุดอ้างอิง : D00001N N : 1538243.696 E : 666716.101 H : 26.843

ระวางแผนที่ : 5136 IV 6638 Datum : Indian1975 Zone : 47

พื้นที่ดำเนินการ : ตำบล : บางพูด อำเภอ : ปากเกร็ด จังหวัด : นนทบุรี

RTK เวลา 11.03 - 11.20 น. วัน/เดือน/ปี : 20 ธันวาคม 2566 วิธีการวัด : Tripod (Slant) Antenna Height : 1.759 m.

กราฟแสดงความถูกต้องเชิงตำแหน่ง

สำนักงานช่างรังวัดเอกชน สุราษฎร์เซอร์เวย์ | ลายมือชื่อ ..... | ผู้ตรวจ

เครื่อง GNSS Receiver ยี่ห้อ CHC รุ่น i73 หมายเลข 3728679 | (นางสาวฉันทิกา จันพา)

เครื่อง Controller รุ่น HCE600 หมายเลข 6304301039 | ผู้ทำคำขอ/ผู้รังวัดและคำนวณ/ตัวแทน

หัวข้อบรรยาย

- วิวัฒนาการรังวัดที่ดินและปัญหาที่ผ่านมา
- ระบบพิกัดและหลักการรังวัดด้วย GNSS
- ระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network)
- การปฏิบัติงานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมตามระเบียบกรมที่ดิน
- ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม

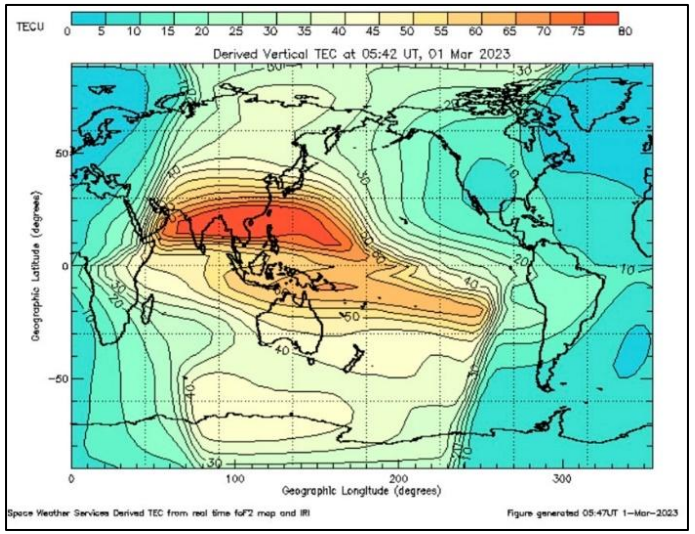
ปัญหาการรับสัญญาณดาวเทียมไม่ fix หรือ fix ยาก

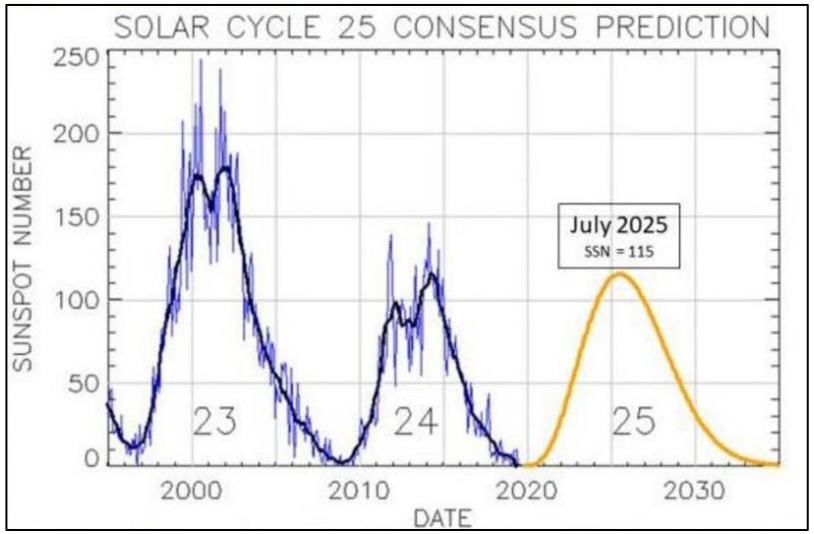
	สาเหตุของปัญหา	แนวทางการตรวจสอบและแก้ไข
1	ชุดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบเคลื่อนที่ (Rover)	➢ ตรวจสอบและอัพเดต firmware ของ Receiver และ Controller ให้เป็นเวอร์ชันล่าสุด ➢ ตรวจสอบจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้ (ในพื้นที่โล่งควรรับได้ประมาณ 20 ดวง) ➢ หากพบปัญหา Rover ขัดข้องหรือผิดปกติ ให้ดำเนินการดังนี้ • กรณีอยู่ในประกัน: แจ้งบริษัทฯ ผู้ขาย ให้ดำเนินการซ่อมภายใน 3 วันทำการ • กรณีไม่อยู่ในประกัน: ทำหนังสือเรียน อทด. แจ้งซ่อม และส่งเครื่องให้ กทผ. ดำเนินการจ้างซ่อม
2	อินเตอร์เน็ต (Internet)	➢ ตรวจสอบสัญญาณมือถือ (ควรมีอย่างน้อย 50 %) และทดสอบใช้อินเตอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ ➢ หากไม่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ตหรือมีน้อยมาก ควรดำเนินการรังวัดด้วยวิธี Fast Static แทน
3	สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS)	➢ ตรวจสอบสถานะของ CORS ด้วยตัวเองผ่านทางเว็บไซต์ https://dol-dms.com:8080 ➢ ตรวจสอบสถานะของ CORS โดยสอบถามผ่านกลุ่มไลน์ OpenChat รายภาคตามที่สังกัด

ปัญหาการรับสัญญาณดาวเทียมไม่ fix หรือ fix ยาก (ต่อ)

	สาเหตุของปัญหา	แนวทางการตรวจสอบและแก้ไข
4	ศูนย์ควบคุม (Control Center)	➢ ตรวจสอบสถานะของศูนย์ควบคุมโดยสอบถามผ่านกลุ่มไลน์ OpenChat รายภาค
5	สภาพแวดล้อมในพื้นที่	➢ ตรวจสอบสิ่งบดบังและสิ่งรบกวนสัญญาณดาวเทียม ให้ย้ายตำแหน่งรับสัญญาณดาวเทียม
6	ความแปรปรวนชั้นบรรยากาศ	➢ ชั้น Troposphere: หากปริมาณไอน้ำในอากาศสูง (ฝนตกหรือฟ้าครึ้ม) จะรับสัญญาณยาก ➢ หากบริเวณที่รับสัญญาณอยู่ห่าง CORS เกิน 20 กม. มีแนวทางแก้ไขดังนี้ • หลีกเลี่ยงการรับสัญญาณดาวเทียมช่วง 10 โมงถึงบ่าย 3 • ขอรับการสนับสนุนติดตั้ง Temp Base (ระยะสั้น) หรือ CORS (ระยะยาว)

วัฏจักรสุริยะ (Solar Cycle)





ปัญหาการรับสัญญาณดาวเทียมแล้วค่าพิกัดแตกต่างจากเดิมสูงมาก (เกิน 10 ซม.)

	สาเหตุของปัญหา	แนวทางการตรวจสอบและแก้ไข
1	เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบเคลื่อนที่ (Rover)	➢ การตั้งค่าพารามิเตอร์ผิดพลาด เช่น Datum WGS84, Zone ➢ เลือกบางเมนูหรือฟังก์ชันค้างไว้ เช่น Site Calibration ➢ Receiver หรือ Controller ขัดข้อง ตรวจสอบได้โดยนำเครื่องมารับสัญญาณที่หมุดตรวจสอบ
2	สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS) ขัดข้อง	➢ ตรวจสอบสถานะของ CORS ด้วยตัวเองผ่านทางเว็บไซต์ https://dol-dms.com:8080 ➢ ตรวจสอบสถานะของ CORS โดยสอบถามผ่านกลุ่มไลน์ Open Chat
3	อุปกรณ์ประกอบขัดข้อง เช่น Tribatch, Total Station, Prism	➢ หมั่นตรวจสอบคุณภาพและความแม่นยำของชุดอุปกรณ์ประกอบตามระเบียบ ➢ รังวัดตรวจสอบทุกขั้นตอนตามระเบียบ
4	ตำแหน่งหลักเขตหรือหมุดดาวเทียมไม่ตรงที่เดิม	➢ ตรวจสอบตำแหน่งจากหลักฐานการรังวัดเดิม • หลักเขตที่ดินทุกหลัก / หมุดดาวเทียมเดิม / ระยะโยงยึด / ระยะรอบแปลง

ประเด็นปัญหาอื่นๆ ที่น่าสนใจ

- เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบเคลื่อนที่ (Rover) ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน
- มีแนวทางอะไรบ้างที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาพื้นที่รับสัญญาณได้ยาก
- ช่างรังวัดใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่หมุดหลักเขต แล้วแปลงกลับ (rebrand) เป็นมุมและระยะทาง ได้หรือไหม ?
- แผ่นดินไหวในประเทศเมียนมา ขนาด 7.7 แมกนิจูด ส่งผลกระทบต่อตำแหน่งและเนื้อที่รูปแปลงที่ดินหรือไม่ ?

☑ จัดซื้อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Rover)ให้เพียงพอ (1 ช่าง 1 Rover งานรังวัดไม่มีสะดุด)

แผนการจัดซื้อ Rover (ซื้อทดแทนและซื้อเพิ่มประสิทธิภาพ) และการจัดสรร

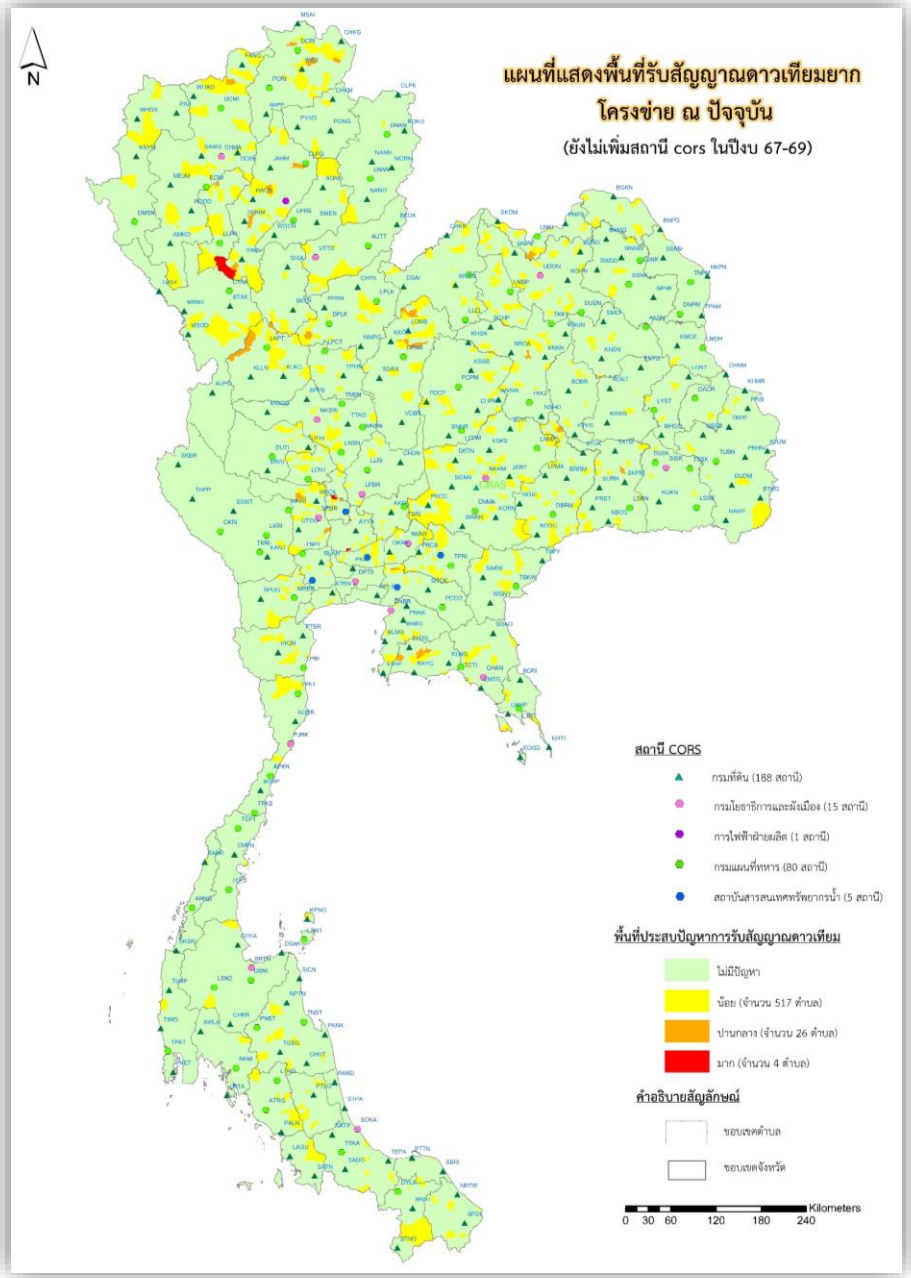
เป้าหมายในการจัดซื้อครุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงาน RTK GNSS Network

โครงการ	ปีงบประมาณ									
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
ซื้อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Rover) ทดแทนที่หมดอายุการใช้งาน	-	340	475	420	480	336	612	535	762	570
ซื้อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Rover) เพิ่มประสิทธิภาพ	90	80 + 25	287	151	-	-	-	-	-	-
จำนวนเครื่องรวมทั้งหมด (2663)	2753 (90)	2858 (105)	3145 (287)	3296 (151)	3296	3296	3296	3296	3296	3296
เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (สำนักงานที่ดิน) (2477)	2523 (46)	2599 (76)	2808 (209)	2959 (151)	2959	2959	2959	2959	2959	2959
เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (ส่วนกลาง) (186)	230 (44)	259 (29)	337 (78)	337 (0)	337	337	337	337	337	337

*** หมายเหตุ**

- ปีงบประมาณ 69 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมของส่วนกลาง ครบตามจำนวนความต้องการใช้งาน (จำนวนความต้องการ 337 เครื่อง)
- ปีงบประมาณ 70 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมของสำนักงานที่ดิน ครบตามกรอบอัตรากำลังกองการเจ้าหน้าที่ ในอัตราส่วน 1:1 (อัตรากรอบกองการเจ้าหน้าที่รวม 2959 ตำแหน่ง)

☑ ติดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียม (CORS) เพิ่มเติม ในพื้นที่รับสัญญาณยาก

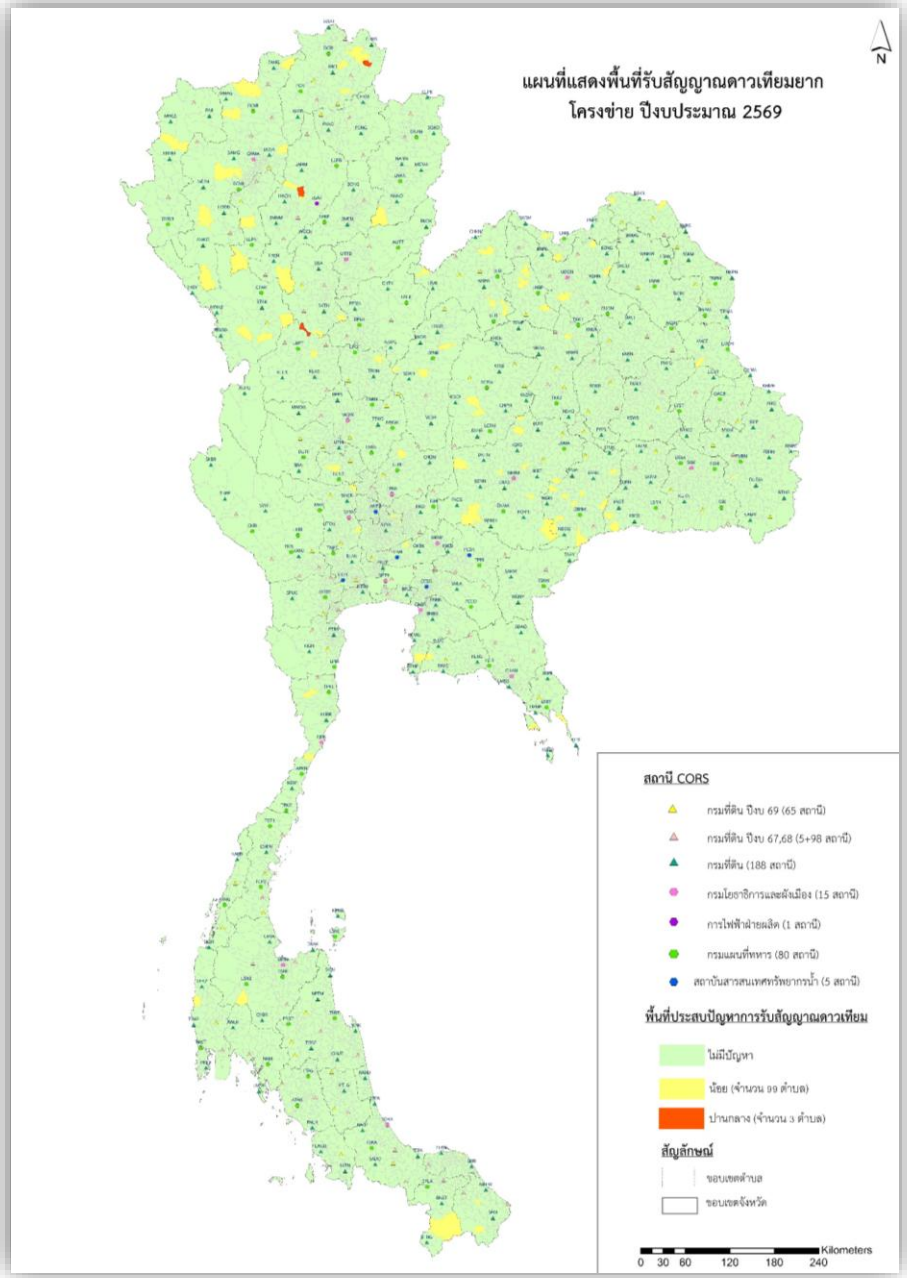


ปัจจุบันมี 289 สถานี (กรมที่ดิน 188 สถานี อื่นๆ 101 สถานี)

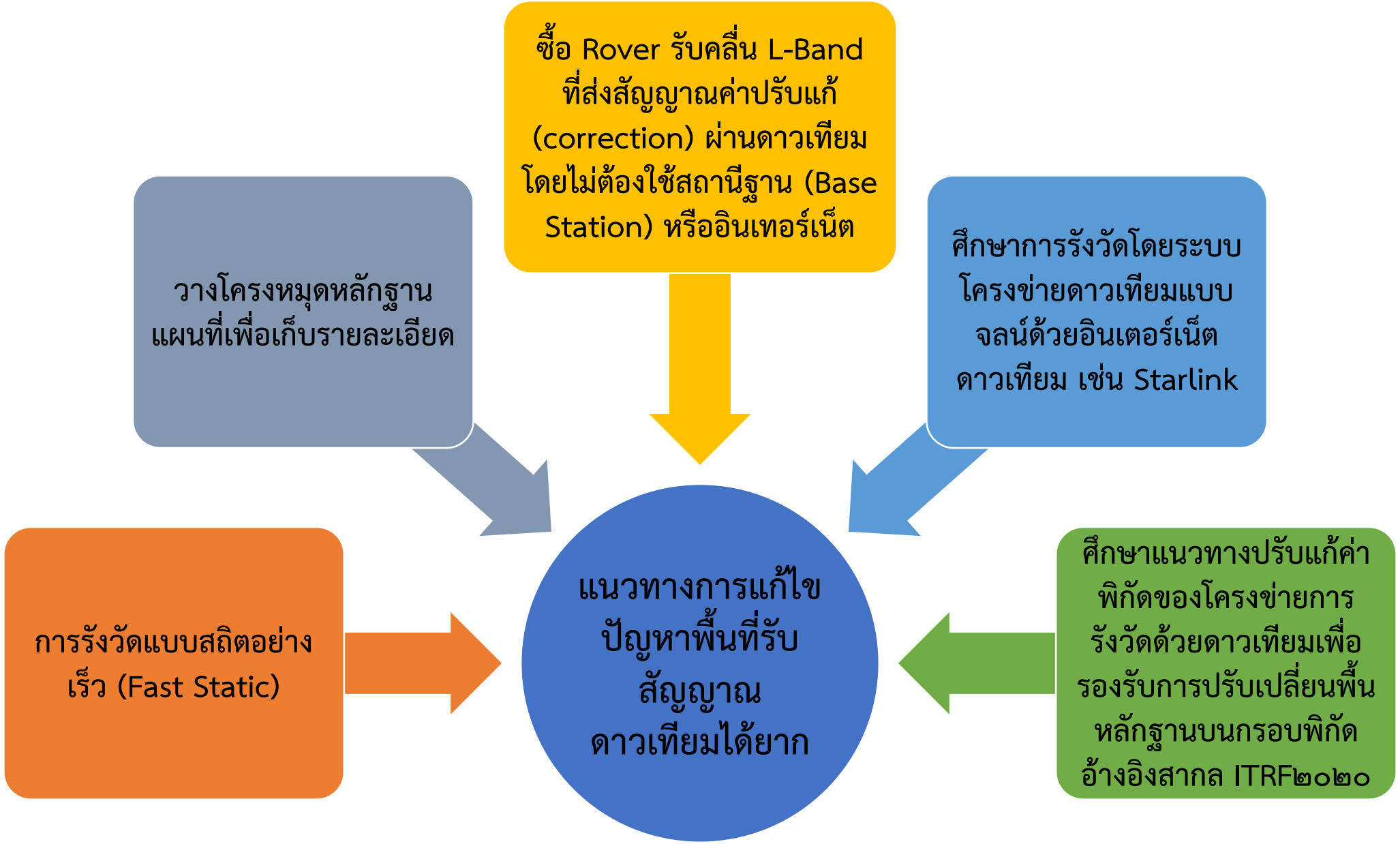
ปี 68 ติดตั้ง 98+5+3 สถานี

ปี 69 ติดตั้ง 65 สถานี

รวม 460 สถานี



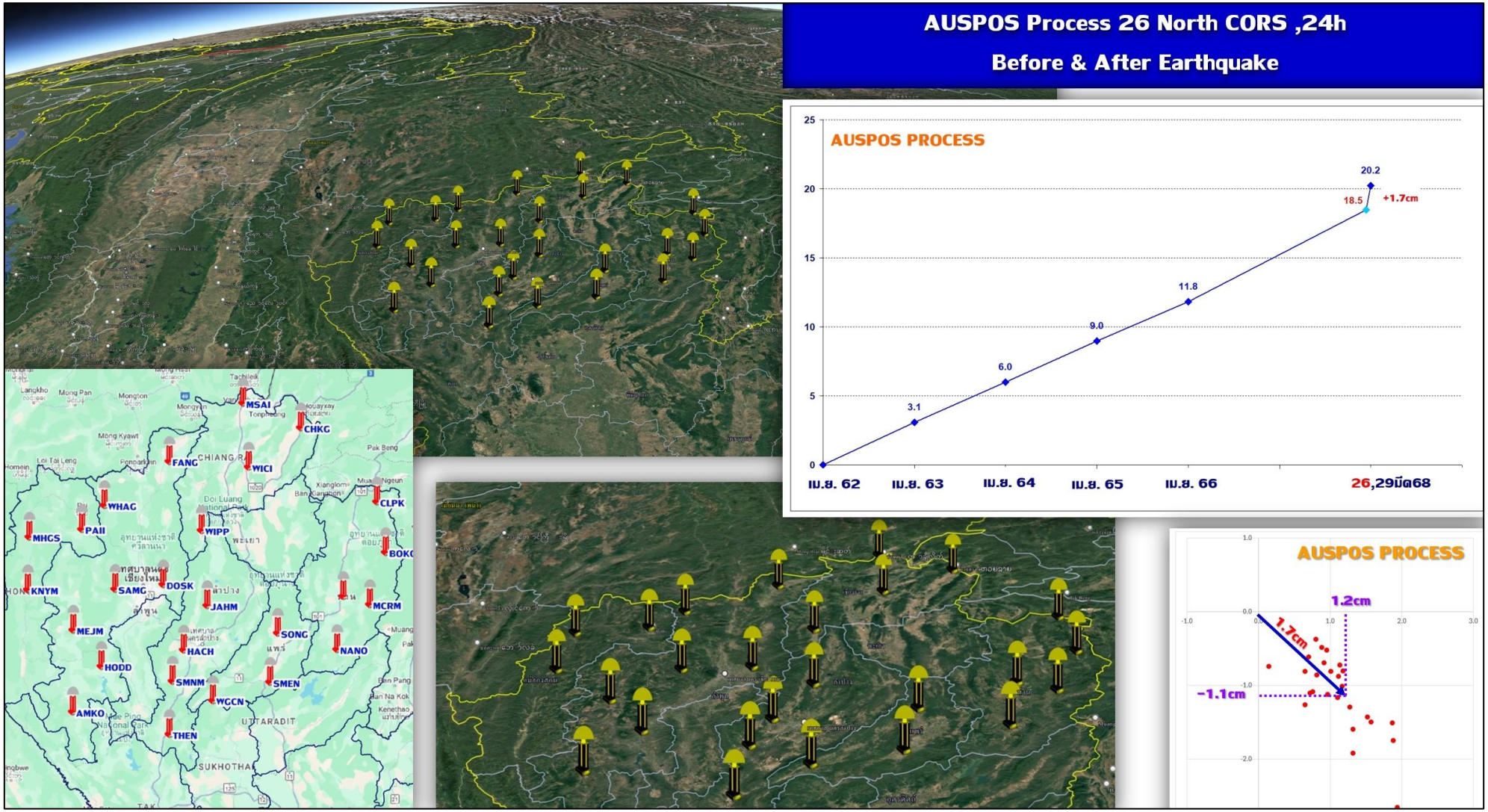
☑ แนวทางอื่นๆ ในการแก้ไขปัญหาพื้นที่รับสัญญาณดาวเทียมได้ยาก



☑ ช่างรังวัดสามารถใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรับที่หมุดหลักเขต แล้วแปลงกลับ (rebrand) เป็นมุมและระยะทาง ได้หรือไหม ?

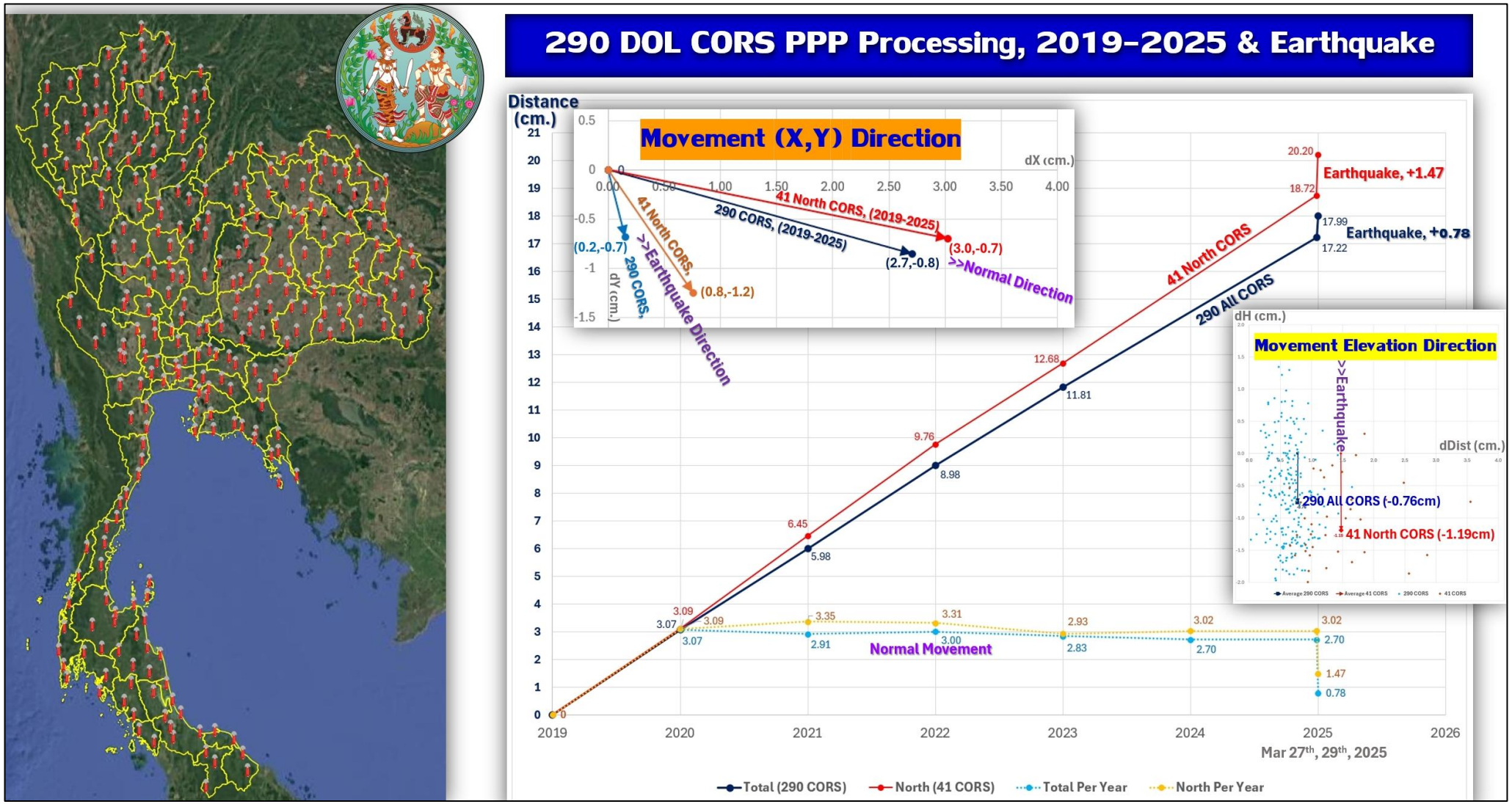
ทำไมต้อง **rebrand**	ทางเทคนิค สามารถทำได้	ทางระเบียบ ไม่สามารถทำได้
• พื้นที่ไม่เหมาะสมในการใช้กล้องรังวัด เพราะมีสิ่งกีดขวางแนวเล็งกล้อง • เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน ได้ค่าพิกัดทันที	• ถ้าใช้ในงานรังวัดทั่วไป เช่น งานสำรวจเบื้องต้น • ใช้เพื่อตรวจสอบรูปแปลงที่ดินเท่านั้น และไม่มีผลกระทบต่อรูปแปลงเดิม	• การรังวัดเพื่อออกเอกสารสิทธิ จะต้องอ้างอิงมุมและระยะจากเครื่องมือที่กรมที่ดินรับรอง เช่น กล้อง Total Station ที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ • หากนำพิกัด GNSS มาแปลงเป็นมุมและระยะแล้ว มาใช้รังวัดรูปแปลงที่ดิน ถือว่า ผิดระเบียบ หรือไม่สามารถยืนยันความถูกต้องได้

☑ แผ่นดินไหวส่งผลกระทบต่อตำแหน่งและเนื้อที่รูปแปลงที่ดินหรือไม่



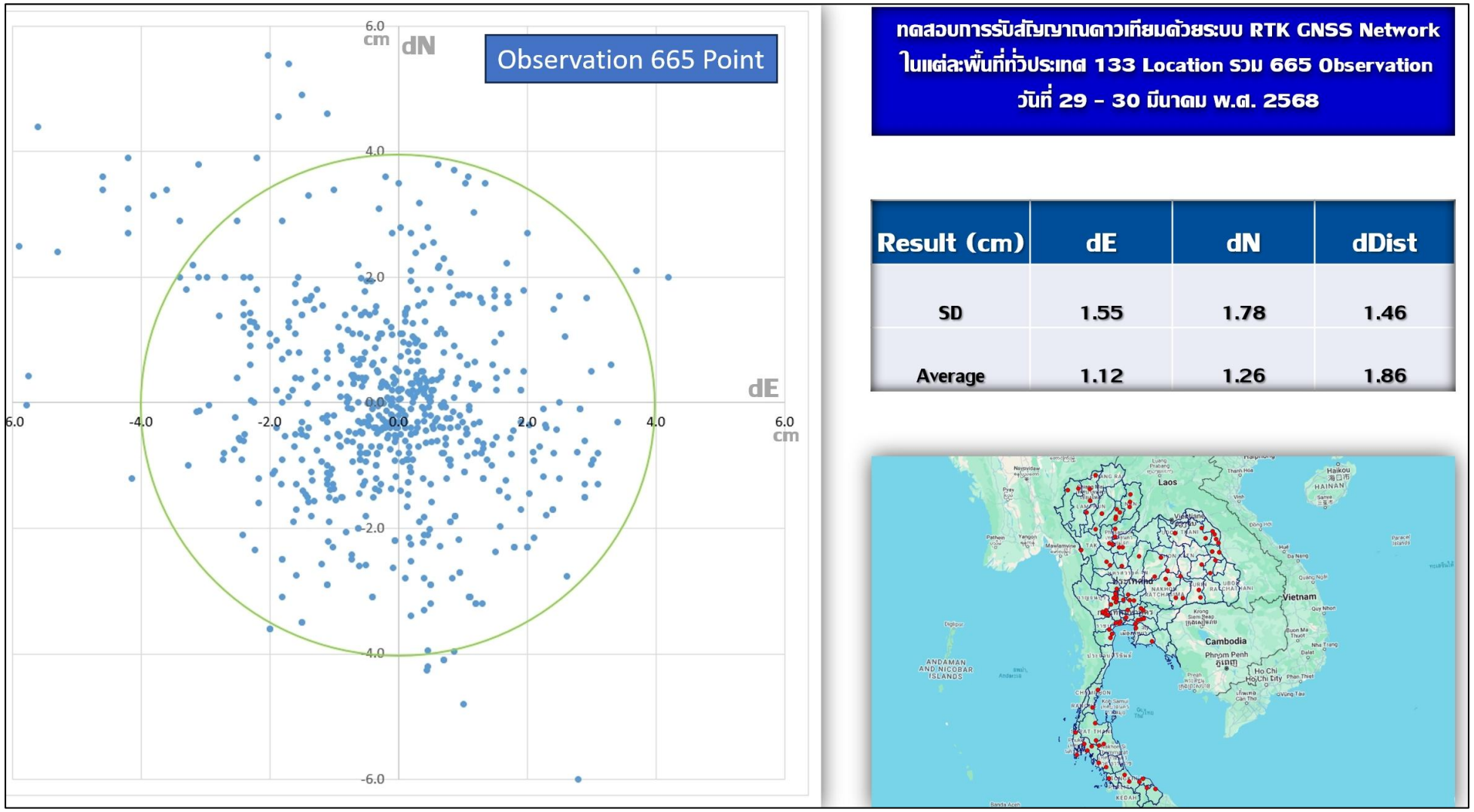
➢ การเคลื่อนตัว CORS จำนวน ๒๖ สถานี เคลื่อนตัวเฉลี่ย ๑.๗ ซม. ไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นการเคลื่อนตัวที่สัมพันธ์กัน

☑ แผ่นดินไหวส่งผลกระทบต่อตำแหน่งและเนื้อที่รูปแปลงที่ดินหรือไม่



➢ การเคลื่อนตัว CORS จำนวน ๒๙๐ สถานี เคลื่อนตัวเฉลี่ย ๐.๗๖ ซม. ไปทางใต้เยื้องตะวันออกเล็กน้อย ซึ่งเป็นการเคลื่อนตัวที่สัมพันธ์กัน

☑ แผ่นดินไหวส่งผลกระทบต่อตำแหน่งและเนื้อที่รูปแปลงที่ดินหรือไม่



➢ การเคลื่อนตัวหมุดตรวจสอบ สนง.ทั่วประเทศ ๑๓๓ Location รวม ๖๖๕ Observation (Point) ได้ผลความแตกต่างทางระยะกับค่าพิกัดเดิม โดย มี SD = 1.46cm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปกติ

ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ กรมที่ดิน

ยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงข่ายการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมแบบจลน์ของกรมที่ดิน (RTK GNSS Network หรือ DOLNet) สู่โครงสร้างพื้นฐานด้านตำแหน่งอ้างอิงแห่งชาติ

วิสัยทัศน์ (Vision)

- พัฒนาโครงข่ายการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS Network) ให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านตำแหน่งอ้างอิงแห่งชาติ

พันธกิจ (Mission)

- บูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อยกระดับโครงข่ายฯ สู่มาตรฐานสากล
- พัฒนาและบำรุงรักษาสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS) ให้มีความหนาแน่น มีเสถียรภาพ และครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ
- บริหารจัดการและให้บริการข้อมูลดาวเทียม GNSS และค่าปรับแก้ในรูปแบบ Network-based RTK ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล
- ส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีระบบดาวเทียมนำทาง (GNSS) ไปประยุกต์ใช้ในภารกิจของกรมที่ดิน หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน
- สร้างองค์ความรู้ พัฒนาบุคลากร และวิจัยนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระบบดาวเทียมนำทาง (GNSS) อย่างต่อเนื่อง

ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ กรมที่ดิน

ยุทธศาสตร์การพัฒนา

เป้าประสงค์หลัก

เพื่อให้โครงข่าย RTK GNSS Network ของกรมที่ดิน พัฒนาไปสู่โครงสร้างพื้นฐานหลักด้านตำแหน่งอ้างอิงของประเทศ ที่สามารถให้บริการรังวัดที่ดินได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ และสามารถประยุกต์ใช้งานได้ในสาขาต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน

ยุทธศาสตร์หลัก (Strategic Thrusts)

1.ความครอบคลุมและความหนาแน่นของโครงข่าย

- มีสถานี CORS ครอบคลุมทุกจังหวัด และมีความหนาแน่นเพียงพอ

2.ความถูกต้องแม่นยำและความน่าเชื่อถือ

- ให้ค่าปรับแก้ที่ถูกต้องตามมาตรฐานสากล และให้บริการอย่างต่อเนื่อง

3.การเข้าถึงและการให้บริการที่เป็นเลิศ

- ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงบริการได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว

4.การประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย

- รองรับการใช้งานในหลายสาขา เช่น Smart Farming, Autonomous Driving เป็นต้น

5.ความยั่งยืนและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

- มีแผนการบำรุงรักษา งบประมาณ และการพัฒนาบุคลากรอย่างยั่งยืน

ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโครงข่ายการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ กรมที่ดิน

ยุทธศาสตร์รายด้าน

ยุทธศาสตร์ที่ 1 : การพัฒนาและขยายโครงสร้างพื้นฐานโครงข่าย
- ขยายและเพิ่มความหนาแน่นของสถานี CORS
- ปรับปรุงและบำรุงรักษาสถานีเดิม
- พัฒนาระบบศูนย์ควบคุมและประมวลผลข้อมูล

ยุทธศาสตร์ที่ 2 : การยกระดับคุณภาพข้อมูล มาตรฐาน และการจัดการ
- กำหนดและบังคับใช้มาตรฐานคุณภาพข้อมูล
- ปรับปรุงโครงข่ายให้สอดคล้องกับหมุดหลักฐานสากล (ITRF)
- พัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่

ยุทธศาสตร์ที่ 3 : การเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการและการเข้าถึง
- พัฒนาแพลตฟอร์มที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้
- กำหนดรูปแบบการให้บริการที่หลากหลาย
- ประชาสัมพันธ์และสร้างความตระหนักรู้

ยุทธศาสตร์ที่ 4 : การส่งเสริมการประยุกต์ใช้งานและสร้างความร่วมมือ
- ส่งเสริมการใช้งานภายในกรมที่ดิน
- สร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐอื่น
- สนับสนุนภาคเอกชนและสถาบันการศึกษา

ยุทธศาสตร์ที่ 5 : การบริหารจัดการองค์กร ทรัพยากรบุคคล และความยั่งยืน
- พัฒนาบุคลากร
- จัดทำแผนงบประมาณที่ยั่งยืน
- ปรับปรุงกฎระเบียบและข้อบังคับ
- วิจัยและพัฒนา

จบการบรรยาย

นายวิทยา บุญชุ่ม
ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาการรังวัดโดยระบบดาวเทียม
กองเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน