



คู่มือปฏิบัติงาน
รังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม



สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ กรมที่ดิน
มกราคม 2553

คำนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านการรังวัดด้วยระบบดาวเทียม GPS มาใช้ในการปฏิบัติงานของสำนักเทคโนโลยีทำแผนที่มากขึ้น ซึ่งผู้ปฏิบัติงานมีการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนเข้ามาปฏิบัติงานอยู่เสมอ ทั้งยังขาดความรู้และประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน

จึงเห็นเป็นการสมควรที่จะได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียมเพิ่มขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเรียนรู้ และปฏิบัติงานได้ในเวลาอันรวดเร็ว ถูกต้อง และใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติเดียวกัน ทำให้ระบบการปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามระบบการบริหารงานรูปแบบใหม่ สามารถติดตามผล และแก้ไขปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน รวมทั้งให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาวิธีการทำงาน หลักการที่ใช้ในการรังวัดโดยระบบดาวเทียม เพื่อให้เกิดความเข้าใจวิธีการได้มากขึ้น ค่าพิกัดของหมุดดาวเทียม เกณฑ์มาตรฐาน อุปสรรคและข้อจำกัดในการทำงาน อีกทั้งเป็นการยกระดับคุณภาพมาตรฐานการทำงานไปสู่มาตรฐานสากลตามเกณฑ์คุณภาพการบริหาร จัดการภาครัฐมาเป็นเครื่องมือในการดำเนินการ ในหมวดที่ 6 การบริหารจัดการกระบวนการ กำหนดให้ส่วนราชการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานของกระบวนการสร้างคุณค่า และกระบวนการสนับสนุน ของสำนักงาน ก.พ.ร.

สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติงานนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน อันจะทำให้การปฏิบัติงานรังวัดและทำแผนที่ของกรมที่ดิน มีการพัฒนาและมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากมีข้อสงสัยเพิ่มเติมกรุณาติดต่อที่ กลุ่มวิศวกรรมบริหาร โทร 025033365 e-mail: mapping@dol.go.th

สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่

มกราคม 2553

สารบัญ

หน้า

คำนำ

หลักการและที่มา

1

วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ

1

ขอบเขต

การจัดทำแผนงานและแผนปฏิบัติงาน

2

การปฏิบัติงานรังวัดหมุดดาวเทียม

6

- การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ STATIC

6

- การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบสติ๊กอย่างเร็ว (RAPID or FAST STATIC)

12

- การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ RTK (Real Time Kinematic)

15

- การรังวัดหมุดดาวเทียม RTK แบบสถานีฐานเดียว (Single Base Station)

15

- การรังวัดหมุดดาวเทียม RTK แบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

21

เครื่องมือและอุปกรณ์

23

- ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS 5700

25

- ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมในการทำงานรูปแบบ

32

Rapid Static หรือ Static

- ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมในการทำงานรูปแบบ RTK

33

- ส่วนประกอบของเครื่องควบคุม TSC2

35

- ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม Trimble5700 สำหรับงาน VRS

40

- การเชื่อมต่อ TSC2 กับ Mobile Phone ผ่านช่องทาง Bluetooth

40

- การใช้งาน Trimble Survey Controller

45

แบบหมุดดาวเทียม

53

การคำนวนค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม

54

- การส่งข้อมูลหมุดดาวเทียมเพื่อคำนวนค่าพิกัดหมุดดาวเทียม แบบ

54

RAPID STATIC

- การส่งข้อมูลเพื่อขออนุมัติค่าพิกัดหมุดดาวเทียม แบบ RTK

55

- การโอนถ่ายข้อมูล Trimble Data Transfer

55

- ขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม TGO

59

สารบัญ

หน้า

- แผนผังการคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานແຜນที่โดยระบบดาวเทียมแบบ RTK	73
- แผนผังการคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานແຜນที่โดยระบบดาวเทียม	74
แบบ Static และ Fast Static	
การส่งหลักฐานແຜນที่	75

ภาคผนวก

- ข้อปฏิบัติในการสร้างหมุดดาวเทียม STATIC
- ร่างระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานແຜนที่โดยระบบดาวเทียม

พ.ศ. ๒๕๕๑

หลักการและที่มา

การพัฒนาคุณภาพและบริหารจัดการภาครัฐเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาระบบราชการไทย ที่ต้องการให้หน่วยงานภาครัฐมีการยกระดับคุณภาพมาตรฐานการทำงานไปสู่มาตรฐานสากล โดยสำนักงาน ก.พ.ร. ได้นำเกณฑ์คุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐเป็นเครื่องมือในการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย 7 หมวด และในหมวดที่ 6 คือ การบริหารจัดการกระบวนการ กำหนดให้ ส่วนราชการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานของกระบวนการสร้างคุณค่า และกระบวนการสนับสนุน

ตามแผนปฏิบัติราชการ 4 ปี (พ.ศ.๕๕๑-๒๕๕๔) ของกรมที่ดิน กำหนดพันธกิจไว้ 3 พันธกิจ คือ

1. แสดงสิทธิการถือครองที่ดินและพัฒนาระบบสารสนเทศที่ดิน สนับสนุนการวางแผนการถือครองที่ดิน
2. บริหารจัดการที่ดินของรัฐให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด
3. ลงเสริมการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดิน

ส่วนพัฒนาการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม จึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานของกระบวนการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม เพื่อสนับสนุนพันธกิจหลัก และกระบวนการสร้างคุณค่าของกรมที่ดิน เช่น การออกเอกสารสิทธิ์ในที่ดิน การให้บริการรังวัดที่ดิน เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ

1. เพื่อให้ระบบการปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม เป็นมาตรฐานเดียวกัน มีประสิทธิภาพ สามารถติดตามผล และแก้ไขปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน ได้อย่างชัดเจน
2. เพื่อให้เจ้าหน้าที่ทุกคนทราบบทบาท หน้าที่ และความรับผิดชอบของตนเองในการดำเนินงานให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด
3. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่
4. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม

ขอบเขต

ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงานการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม มีดังนี้

1. การจัดทำแผนงานและแผนปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนแผนงานและแผนปฏิบัติงาน
2. การปฏิบัติงานรังวัดหมุดดาวเทียมแบบต่างๆ เป็นการนำเสนอนovaweb ใน การปฏิบัติงานรังวัดหมุดดาวเทียม 3 วิธี ได้แก่ วิธีแบบ Static วิธีแบบ Rapid Static หรือFast Static และ

วิธีแบบ RTK(Real Time Kinematic) ซึ่งแต่ละวิธีมีวัตถุประสงค์ในการสร้างและการใช้งานแตกต่างกัน จึงได้แยกอธิบายหลักการทำงาน การเตรียมการ การสร้างและการรังวัด รวมทั้งการรับสัญญาณ ในแต่ละแบบ

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ได้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานภาคสนามได้ครบถ้วน และการติดตั้ง การตรวจสอบและดูแลรักษา เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม Trimble 5700 ซึ่งเป็นรุ่นที่สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ใช้งานในปัจจุบัน

4. การคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่ ได้เขียนอธิบายการรับ-ส่ง ข้อมูลดาวเทียม การโอนถ่ายข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และขั้นตอนการคำนวณโดยใช้โปรแกรม TGO รวมทั้งได้นำแผนผังขั้นตอนการคำนวณของหน่วยคำนวณฯ มาแสดงไว้เพื่อให้ทราบระยะเวลาในการดำเนินการ

5. การส่งหลักฐานแผนที่ใช้ในราชกิจ เป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินหลังเสร็จสิ้นการรังวัด และการคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่

การจัดทำแผนงานและแผนปฏิบัติงาน

การจัดทำแผนงาน สามารถกำหนดพื้นที่การปฏิบัติงานและบริมาณงานได้จากการประสานงานกับสำนักงานที่ดิน สำนักมาตรฐานการออกหนังสือสำคัญ หรือหน่วยงานอื่นๆ ภายในกรมที่ดิน รวมทั้งหน่วยงานภายนอก ที่มีความต้องการสนับสนุนด้านหมุดหลักฐานแผนที่ แล้วจัดทำเป็นแผนงานดำเนินการ ตามลำดับความสำคัญ

ตัวอย่างการเขียนแผนปฏิบัติงาน

แผนปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.

1. หลักการและเหตุผล

กรมที่ดินได้อนุมัติแผนปฏิบัติการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่และสร้างระหว่างแผนที่ประจำปีงบประมาณพ.ศ. โดยใช้วิธีการหาค่าพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ RTK GPS ในกรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ เพื่อรองรับงานรังวัดทุกประเภทได้แก่งานรังวัดซ่อมหมุดหลักฐานแผนที่ของสำนักงานที่ดิน งานรังวัดหมุดบังคับภาพ งานเดินสำรวจออกโฉนดที่ดินของสำนักมาตรฐานการออก

หนังสือสำคัญ และงานสร้างระหว่างแผนที่ให้ครอบคลุมทั่งประเทศ ในกรอบปฏิบัติงานจะจัดตั้งศูนย์รับสัญญาณดาวเทียมระบบ RTK GPS ประจำพื้นที่แบ่งออกเป็น 8 พื้นที่ เพื่อให้การปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถติดตามประเมินผล แก้ไขปัญหาอุปสรรคได้อย่างรวดเร็ว การเบิกจ่ายเป็นไปตามแผนงบประมาณที่ตั้งไว้ จึงได้จัดทำแผนปฏิบัติการรังวัด หมุดหลักฐานแผนที่เขตพื้นที่..... ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. นี้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อให้มีหมุดหลักฐานแผนที่และค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่ สำหรับใช้ในงานรังวัด และทำแผนที่ครอบคลุมเขตพื้นที่.... สามารถตอบสนองภารกิจ การรังวัดเฉพาะรายของสำนักงานที่ดิน การเดินสำรวจออกโฉนดที่ดินของสำนักมาตรฐานการออกหนังสือสำคัญ การรังวัดหมุดบังคับภาพของสำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 เพื่อให้มีหมุดหลักฐานแผนที่และค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่ ที่มีมาตรฐานสากล และเป็นที่ยอมรับจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน

3. เป้าหมาย

3.1 รังวัดและรับสัญญาณดาวเทียมหมุดดาวเทียมชนิดมั่นคงถาวร

จังหวัด..... จำนวน หมุด

3.2 สร้างและรังวัดหมุดบังคับภาพ

จังหวัด..... จำนวน หมุด

3.3 รังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ เพื่อรองรับงานของสำนักงานที่ดิน งานเดินสำรวจออกโฉนดที่ดิน

จังหวัด..... จำนวน หมุด

4. ระยะเวลาดำเนินการ

1 มกราคม 2552 - 31 สิงหาคม 2552

5. พื้นที่ดำเนินการ

จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร

6. อัตรากำลัง

การรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียมใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม RTK GPS จำนวน 3 ชุด ใช้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ 6 นาย ลูกจ้างชั่วคราว จำนวน 30 นาย

7. งบประมาณ

ใช้งบประมาณของสำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ ตามแผนงบประมาณเสริมสร้างความมั่นคง ของชีวิตและสังคม กิจกรรมที่ 3 จำนวน 3,133,051 บาท (สามล้านหนึ่งแสนสามหมื่นสามพันห้าสิบเอ็ด บาทถ้วน)

- ค่าจ้างชั่วคราว คือค่าจ้างคนงานสนับสนุนจำนวน 30 คน ของเจ้าหน้าที่รับสัญญาณดาวเทียม 6 คน (เจ้าหน้าที่รับสัญญาณดาวเทียม 1 คนจ้างคนงานได้ 5 คน/เดือน ปฏิบัติงาน 8 เดือน)
- ค่าใช้สอยและวัสดุสำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยงานสนับสนุน ผู้กำกับการรังวัด 8 คน ปฏิบัติงาน 8 เดือน

8. วิธีดำเนินการ

ดำเนินการใน 4 รูปแบบ แยกตามลักษณะงาน ได้ดังนี้

8.1 การรังวัดหมุดดาวเทียมชนิดมั่นคงถาวร ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ดำเนินการโดยวิธีการรับสัญญาณดาวเทียม แบบสถิต (Static)

8.2 การสร้างและรังวัดหมุดบังคับภาพ ดำเนินการโดยวิธีการรับสัญญาณดาวเทียม แบบจลน์ ณ เวลาการรังวัด (Real Time Kinematic , RTK)

8.3 การรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ เพื่อรองรับงานของสำนักงานที่ดิน งานเดินสำรวจ ออกโอนดที่ดิน ดำเนินการโดยวิธีการรับสัญญาณดาวเทียม แบบจลน์ ณ เวลาการรังวัด (Real Time Kinematic , RTK)

8.4 การรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ ในพื้นที่เขตเทศบาล ดำเนินการโดยวิธีการรับสัญญาณดาวเทียม แบบสถิต (Static) แบบสถิตอย่างเร็ว(Rapid Static) และการวางแผนโครงหมุดหลักฐาน แผนที่

9. การติดตามและประเมินผล

9.1 ผู้ตรวจสำนักและหรือผู้ช่วยผู้ตรวจสำนักจะเดินทางไปติดตาม ประเมินผลผลิตที่ได้รับทั้งหมดเปรียบเทียบกับปริมาณงานขั้นต่ำ ทุกเดือนจนเสร็จสิ้นโครงการ

9.2 ประเมินผลประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ทุก 2 เดือน

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 มีระบบแผนที่ระบบพิกัดจาก ยู ที เอ็ม สำหรับบริการสำนักงานที่ดิน สำนักมาตรฐาน
การออกหนังสือสำคัญ หน่วยงานอื่นๆ ได้ตามความต้องการ

10.2 มีข้อมูลหมุดหลักฐานแผนที่ในรูปดิจิทัล ให้บริการด้วยความรวดเร็ว ถูกต้อง รองรับ
การเชื่อมต่อกับระบบของหน่วยงานต่างๆ

..... ผู้เสนอแผน

(.....)

..... ผู้อนุมัติ

(.....)

ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีทำแผนที่

ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดแผนปฏิบัติงาน

รายละเอียดแผนปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ ปีงบประมาณ พ.ศ.2552

สายนำย.....

ลำดับ	พื้นที่ (จังหวัด)	ระยะเวลา									รวม(หมุด)	หมาย เหตุ
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	Static	RTK	
1.	Static ...หมุด RTK ...หมุด มั่นคงหมุด										
2.	..	Static ...หมุด RTK ...หมุด มั่นคงหมุด										
3.												
4.												

การปฏิบัติงานรังวัดหมุดดาวเทียม

การรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียมในภาคสนาม เป็นงานที่มีจุดมุ่งหมายในการสร้างหมุดหลักฐานแผนที่และรับสัญญาณจากดาวเทียม เพื่อให้ได้ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานแผนที่สามารถแบ่งวิธีการรังวัดเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ STATIC

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ค่าพิกัดของหมุดดาวเทียมที่มีความละเอียดถูกต้องสูง ใช้เป็นหมุดควบคุมค่าพิกัด (CONTROL POINT) หมุดออก-เข้าบorders ของสำนักงานหมุดหลักฐานแผนที่ หมุดสถานีฐานของการรับสัญญาณดาวเทียมแบบ RTK GPS

หลักการทำงาน

การรังวัดแบบ Static เป็นการรังวัดที่ให้ความถูกต้องสูงที่สุด แต่ต้องมีการใช้เวลาในการรังวัดแต่ละจุดสถานีเป็นเวลานาน ซึ่งการทำงานของ GPS ในรูปแบบของ Static นั้นต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง ที่รับสัญญาณดาวเทียมในเวลาเดียวกัน จากดาวเทียมอย่างน้อย 5 ดวง ซึ่งจะใช้เวลาในการรับสัญญาณไม่น้อยกว่า 60 นาที

ข้อมูลในการเก็บบันทึกในแต่ละช่วงเวลาจะแยกออกเป็นแต่ละไฟล์ ซึ่งจะสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 1 ช่วงเวลาต่อ 1ไฟล์ ถ้าเครื่องมีการปิดการรับสัญญาณ เมื่อทำการรับสัญญาณอีกครั้ง ข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้เป็นไฟล์ใหม่ ในกรณีนี้จะเห็นว่า สามารถมีมากกว่า 1ไฟล์ ต่อ 1 ช่วงเวลาทำการรังวัด แต่สามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 1 ช่วงเวลาต่อ 1ไฟล์

การเก็บข้อมูลในการทำงานแบบ Static นี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย แนะนำว่าควรจะมีการบันทึกข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที โดยมีจำนวนดาวเทียมไม่น้อยกว่า 5 ดวง

เทคนิคการรังวัดแบบ Static นี้มักจะใช้ในการรังวัดที่ต้องการความถูกต้องสูงมาก โดยจะต้องมีการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 2 เครื่อง แต่ถ้ามีจำนวนเครื่องยิ่งมาก ยิ่งจะทำให้เพิ่มคุณภาพในการรังวัดมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบการวางโครงข่ายของผู้ใช้งานด้วย

เงื่อนไขในการทำงานรูปแบบ Static มีดังนี้

1. ใช้ในการคำนวณเส้น Baseline อย่างน้อยต้องมี 2 เครื่องที่มีการรับสัญญาณพร้อมกัน และอัตราการเก็บข้อมูลเดียวกัน

2. สำหรับทุก Baseline ทุกเครื่องที่คำนวณบนเส้น Baseline ต้องมีการรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 5 ดวง

3. เครื่องรับสัญญาณแต่ละเครื่อง ต้องมีคุณภาพการรับสัญญาณที่ดี รับสัญญาณดาวเทียม 2 ความถี่ และสามารถทำการบันทึกข้อมูลได้ทั้งแบบรหัสและคลินส์ (Code and Carrier Phase Observation)

การสร้างและรังวัด

กระบวนการการสร้างหมุดและการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

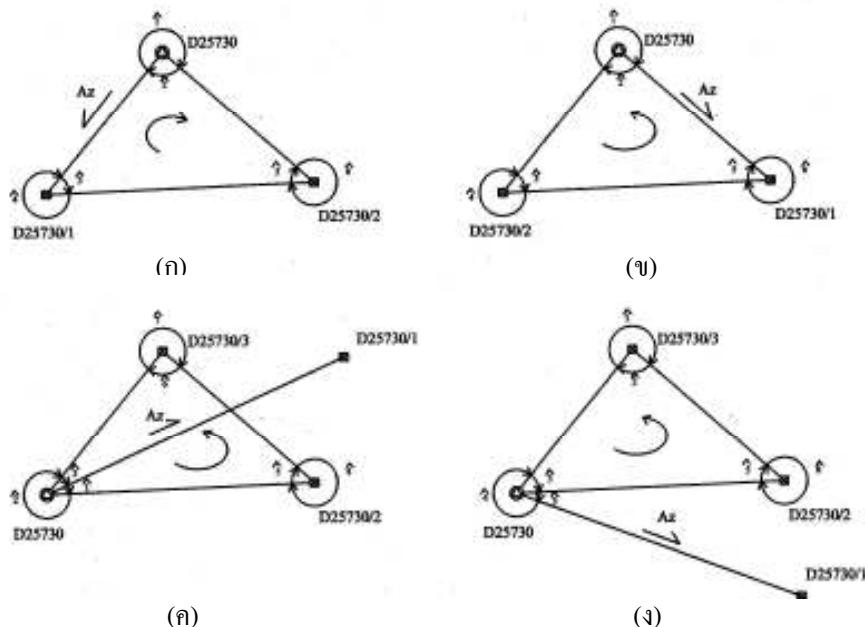
1. การวางแผนงาน

จะต้องนำแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7017 ที่ลงสารบัญเส้นโครงงาน หมุดหลักฐานแผนที่และหมุดดาวเทียมแล้วมาใช้ในการวางแผนงาน เพื่อกำหนดตำแหน่งโดยประมาณที่จะสร้างหมุดดาวเทียม โดยการจดชื่อสถานที่ตั้ง (ระวัง, บ้าน, ตำบล, อำเภอ, จังหวัด) พร้อมทั้งค่าพิกัด เห็นอ-ตะวันออก ในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator) มาจัดทำบัญชีรายละเอียด และ แผนงาน ปัจจุบันสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายของอร์โทสีของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แผนที่ภูมิประเทศ และเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่ หมุดดาวเทียม ของจังหวัดต่างๆ ในระบบดิจิตอล โดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ทางด้าน GIS ช่วยให้การวางแผนงาน สะดวก รวดเร็ว สามารถตรวจสอบและประสานงานกับ ส่วนที่เกี่ยวข้องได้อย่างสะดวก รวดเร็ว

2. การเลือกตำแหน่งและการฝังหมุด

ตำแหน่งในการสร้างหมุดจะต้องคำนึงถึงอุปสรรคกีดขวางในการรับสัญญาณดาวเทียม (OBSTRUCTION) การเกิดคลื่นแทรกซ้อน (MULTIPATH) ความสะดวกต่อการใช้งาน แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดคือ ความมั่นคงทางของหมุด เพราะถ้าหมุดนั้นสามารถนำไปใช้งานในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ก็จะไม่คุ้มประโยชน์กับงบประมาณ และการนำเครื่องมือที่มีเทคโนโลยีล้ำสมัย ราคาสูงมาใช้

เมื่อเลือกตำแหน่งได้แล้ว ลิงที่จะต้องทำต่อไป คือการฝังหมุดดาวเทียม จำนวน 1 หมุด และหมุดพยานดาวเทียม จำนวน 2 หรือ 3 หมุด ตามรูป โดยระยะห่างระหว่างหมุดดาวเทียม กับหมุดพยานดาวเทียม จะต้องไม่น้อยกว่า 50 เมตร ส่วนหมุดดาวเทียม กับหมุดคู่รังวัดอาจมุท จะต้องไม่น้อยกว่า 400 เมตร



3. การให้ชื่อ การรังวัดมุม การนับมุม

หมุดคู่รังวัดอาชีมุท จะให้ชื่อของหมุดดาวเทียมตามด้วย /1 เช่น หมุด D25730 ให้ชื่อเป็น D25730/1 ส่วนหมุดพยานดาวเทียม จะเป็น /2, /3.... ตามลำดับ เมื่อเริ่มทำการรังวัดมุมให้ใช้หมุดดาวเทียมเป็นหมุดตั้งกล้อง และใช้หมุด /1 (หมุดคู่รังวัดอาชีมุท) เป็นหมุดธงหลังเริ่มต้น หมุดธงหน้าเริ่มต้นจะให้ชื่อเป็นหมุด /2 เสมอ และจะเริ่มนับมุมฯ นี้เป็นมุมที่ 1 ตามรูป(ก)-(ง) ส่วนมุมที่ 2, 3, 4, ก็จะนับต่อเนื่องกันไป พร้อมกับการให้ชื่อหมุดพยานดาวเทียม ก็จะให้ชื่อต่อเนื่องสอดคล้องกันไป ตัวอย่าง ในรูป (ค) ธงหลังเริ่มต้นจะเป็นหมุดคู่รังวัดอาชีมุท หรือหมุด /1 ธงหน้าแรกซึ่งเป็นมุมที่ 1 จะให้ชื่อหมุดพยานดาวเทียมเป็นหมุด/2 ส่วนมุมที่ 2, 3, 4,... และการให้ชื่อหมุดพยานดาวเทียม จะนับต่อเนื่องสอดคล้องกันไป

วิธีการรังวัดมุม ให้รังวัดมุมตามวิธีการรังวัดรอบจุด มุม 1 มุม จะทำการรังวัดมุมจำนวน 4 ชุด โดยจะต้องตั้งจานองศาประมาณที่ 0, 45, 90, 135 องศา ตามลำดับ มุมแต่ละชุดจะต่างกันได้ ไม่เกิน 10 พิลิปดา ถ้ามุมชุดใดต่างกันเกินกว่าเกณฑ์ ให้รังวัดมุมชุดนั้นใหม่ โดยที่ยังไม่ต้องหาค่าเฉลี่ยมุมราบ เมื่อมุมแต่ละชุดต่างกันไม่เกิน 10 พิลิปดา ให้หาค่าเฉลี่ยมุมราบ โดยมุมแต่ละชุด ก็จะต้องต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 5 พิลิปดา ถ้ามีมุมชุดใดต่างจากค่าเฉลี่ยเกินกว่าเกณฑ์ ให้รังวัดมุมชุดนั้นใหม่ แล้วกลับไปตรวจสอบว่า มุมชุดนั้นต่างจากมุมชุดอื่นเกิน 10 พิลิปดา อีกหรือไม่ ถ้าไม่เกิน ให้หาค่าเฉลี่ยมุมราบใหม่ และตรวจสอบว่ามุมแต่ละชุดต้องต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 5 พิลิปดา อีกครั้ง เมื่อรังวัดมุมทั้งหมด

เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปรับแก้มุน โดยเริ่มจากทำการปรับแก้มุนรอบจุด ให้ได้ 360 องศา ก่อน โดยต้องแสดงผลรวมและค่าแก้ของมุนแต่ละมุน เสร็จแล้วทำการปรับแก้มุนภายในสามเหลี่ยม โดยรวมมุนให้ได้ 180 องศา และจะต้องแสดงผลรวมมุนภายในสามเหลี่ยม และแสดงค่าแก้ในแต่ละมุน ค่าแก้ของมุนที่เกิดจากการปรับแก้มุนภายในสามเหลี่ยมจะต้องกระจายกลับไปที่มุนภายนอกด้วย

4. การวัดระยะ

การวัดระยะจะต้องวัดระยะทั้งไปและกลับ ทำการวัดระยะราบจำนวน 5 ค่า ระยะราบแต่ละค่าจะต้องต่างกันไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ถ้าเกินจะต้องตัดค่านั้นทิ้งแล้ววัดเพิ่มจนได้ครบ 5 ค่า วัดระยะลาด 1 ค่า และระยะฟุต 1 ค่า (เพื่อใช้ในการตรวจสอบกับระยะเมตร) จากนั้นหาค่าเฉลี่ยระยะราบ โดยมีหลักเกณฑ์ที่จะต้องพิจารณา คือ ค่าเฉลี่ยระยะราบที่ของการวัดไปและกลับ จะต้องต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร ที่ระยะ 100 เมตร หรือ ค่าความถูกต้องของระยะราบที่ต้องอยู่ในเกณฑ์ 1 : 10,000 ถ้าเกินเกณฑ์จะต้องวัดระยะใหม่

5. การรังวัดอาชีมุท

หมุดคู่รังวัดอาชีมุท จะต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 400 เมตร โดยในปัจจุบันสามารถรังวัดอาชีมุท ได้ 2 วิธี คือ การรังวัดโดยการรับสัญญาณดาวเทียม ควรจะมีระยะไม่น้อยกว่า 200 เมตร และการรังวัดทางดาวร้าวศาสตร์ ให้เป็นตามระเบียบกองรังวัดและทำแผนที่ ว่าด้วยการรังวัดอาชีมุท พ.ศ. 2521

6. การเขียนรายการรังวัดหมุดดาวเทียม

หมุดดาวเทียมทุกหมุด จะต้องเขียนรายการรังวัดหมุดดาวเทียม และรายละเอียดหมุด ดาวเทียมด้วย

7. การตรวจสอบหมุดดาวเทียม

การตรวจสอบหมุดดาวเทียม ต้องตรวจสอบทั้งมุน , ระยะ และระยะโยงยึดทั้งหมดของหมุดดาวเทียม จะไม่เลือกตรวจสอบมุนใดมุนหนึ่ง หรือระยะใดระยะหนึ่ง หรือตรวจสอบเพียงระยะ โยงยึด

การรับสัญญาณดาวเทียม

ก่อนออกปฏิบัติงานรับสัญญาณดาวเทียม ให้เตรียมการ ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลหมุดดาวเทียมในพื้นที่เป้าหมายที่ต้องเข้ารับสัญญาณดาวเทียม ทั้งหมด โดยข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (Chain) และค่าพิกัดโดยประมาณของหมุด ดาวเทียม

2. คัดเลือกหมุดดาวเทียมที่จะใช้เป็นหมุดควบคุมค่าพิกัด ของโครงข่ายหมุดดาวเทียม ต่างๆ (Fixed Control) โดยข้อมูลจะต้องประกอบไปด้วย ค่าพิกัดของหมุดดาวเทียม ทั้งค่าพิกัดในระบบ

UTM (Northing, Easting) และค่าพิกัดในระบบภูมิศาสตร์ (Latitude, Longitude) บนพื้นหลังฐานข้อมูล Indian 1975 และ WGS 84 (World Geodetic System 1984)

ในการพิจารณาคัดเลือกหมุดควบคุมค่าพิกัดในพื้นที่เป้าหมาย นั้น จะมีวิธีพิจารณาดังนี้

- จำนวนหมุดควบคุมค่าพิกัดทางราบ ต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 3 หมุด หมุดควบคุมค่าพิกัดทางดิ่ง ต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 หมุด

- หมุดควบคุมค่าพิกัดจะต้องมีการกระจายให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ปฏิบัติงานไม่ให้ไปกระจุกอยู่ในพื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง

- มีความสะดวกและง่ายต่อการเดินทางเข้าถึงหมุด

- เลือกหมุดควบคุมค่าพิกัดที่สร้างไว้ล่าสุด ถ้าเลือกหมุดควบคุมที่สร้างไว้หลายปีแล้วโอกาสสูญทำลายสูง ทำให้อาจจะต้องปรับเปลี่ยนแผนงานรับสัญญาณได้

3. ลงตำแหน่งหมุดดาวเทียมทั้งหมุดควบคุมค่าพิกัด ลงในแผนที่ เพื่อใช้ในการออกแบบ Session ในการเข้ารับสัญญาณ จัดทำบัญชีรายละเอียดหมุดดาวเทียม และแผนที่

Session หมายถึง คาบการทำงานของหน่วยรับสัญญาณดาวเทียมในพื้นที่ปฏิบัติงาน หรือ โครงข่าย นั้นๆ จำนวน Session ทั้งหมด ก็หมายถึง จำนวนงานที่ต้องรับสัญญาณดาวเทียมทั้งหมด การออกแบบ Session ที่ดีต้องมีลักษณะดังนี้

- Session จะประกอบกันเป็นรูป Polygon ตามจำนวนเครื่องรับสัญญาณ เช่น มีเครื่องรับสัญญาณจำนวน 4 เครื่อง ก็เป็นรูป 4 เหลี่ยม เป็นต้น

- รูป Polygon ของ Session จะประกอบกันต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ดังรูป แต่มีสิ่งที่ต้องคำนึงเมื่อออกแบบ Session คือ หมุดดาวเทียมแต่ละหมุดต้องเข้ารับสัญญาณอย่างน้อย 2 ครั้ง และต่างเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

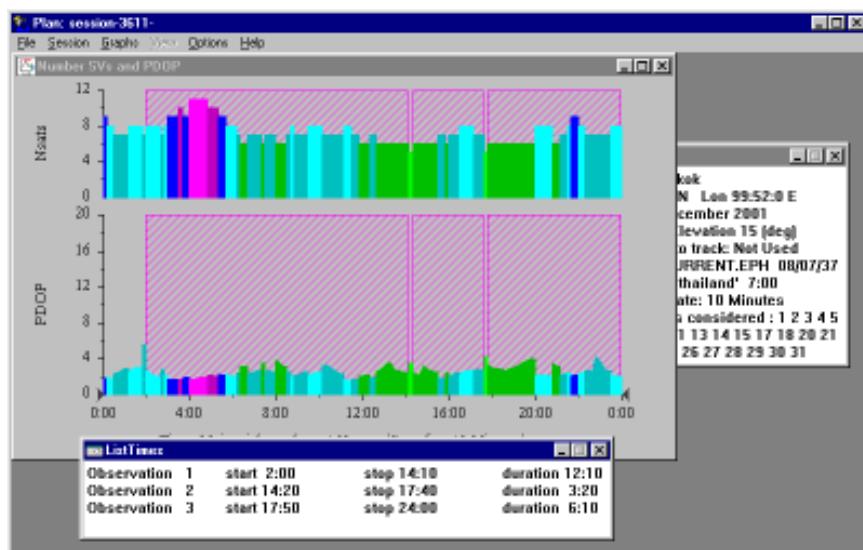
4. การวางแผนการรับสัญญาณดาวเทียมล่วงหน้า (Preplanning) คือการคำนวณหาช่วงเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม ช่วงเวลาของการรับสัญญาณดาวเทียมเป็นเรื่องสำคัญ เพราะถ้าหากคำนวณได้ช่วงเวลาที่ไม่ดี เมื่อรับสัญญาณไปแล้ว นำสัญญาณดังกล่าวมาคำนวณเส้นฐาน (Baseline) หากผลการคำนวณไม่ผ่านเกณฑ์ หน่วยรับสัญญาณดาวเทียมอาจต้องไปทำการรับสัญญาณดาวเทียมใหม่ (Re observe) โดยในการคำนวณหาช่วงเวลาดังกล่าว มีสิ่งที่ต้องคำนึง คือ จำนวนดาวเทียมที่ปรากฏบนท้องฟ้า, ค่า PDOP และ GDOP และระยะเวลาของการรับสัญญาณดาวเทียมโดยมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

- ต้องมีดาวเทียมบนท้องฟ้าขณะรับสัญญาณดาวเทียมไม่ต่ำกว่า 5 ดวง

- ค่า PDOP และ GDOP ไม่เกิน 5 (PDOP ย่อมาจาก Position Dilution Of Precision หมายถึง ค่าที่ใช้บ่งชี้ การลดลงของความละเอียดถูกต้องของการรับสัญญาณดาวเทียมโดยมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

PDOP มีค่าสูงจะให้ความถูกต้องทางตำแหน่งน้อยกว่าค่า PDOP ต่ำๆ เช่นเดียวกับค่า (GDOP ซึ่งย่อมาจาก Geometry Dilution Of Precision หมายถึง ค่าที่ใช้บ่งชี้ การลดลงของความละเอียดถูกต้องของการรับสัญญาณดาวเทียม GDOP มีค่าสูง จะให้ความถูกต้องทางตำแหน่งน้อยกว่าค่า GDOP ต่ำๆ)

- ระยะเวลาของการรับสัญญาณดาวเทียมในแต่ละ Session ใช้เวลา 2 ชั่วโมง และใช้เวลาในการเดินทางในระหว่างคิบ ประมาณ 1.30 ชั่วโมง จากเกณฑ์กำหนดข้างต้น นำมาหาช่วงเวลาที่จะเข้ารับสัญญาณดาวเทียม โดยใช้โปรแกรมที่ได้มาพร้อมกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม เริ่มแรกให้นำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมไปตั้งรับสัญญาณ ประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมาถ่ายข้อมูลวงโคจรของดาวเทียม (Almanac File) เพื่อหาช่วงเวลาที่จะเข้ารับสัญญาณ ซึ่งจะได้ช่วงเวลา ตามรูป



ช่วงเวลากอนหนึ่งจากนี้ต้องหลีกเลี่ยง เนื่องจากมีผลทำให้การคำนวณค่าพิกัดไม่ผ่านต้องไปรับสัญญาณดาวเทียมใหม่ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย

5. การสร้างกำหนดการรับสัญญาณดาวเทียม หลังจากได้ช่วงเวลาที่สามารถเข้ารับสัญญาณดาวเทียมแล้ว จึงนำมาจัดทำแผนงาน เพื่อกำหนดเวลาที่จะเข้าสัญญาณ พร้อมทั้งหมุดดาวเทียมที่แต่ละหน่วยจะต้องเข้ารับสัญญาณ โดยต้องตั้งชื่อ Session การคิดระยะเวลาเคลื่อนย้ายระหว่าง Session ให้คิดจากหน่วยรับสัญญาณที่ใช้เวลาการเดินทางมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำทำเป็นตาราง ดังรูป

ตารางแผนงานการเข้ารับสัญญาณดาวเทียม

Session	หน่วยฯ 1	หน่วยฯ 2	หน่วยฯ 3	หน่วยฯ 4	เวลา	ว/ด/ป
1/1	D23567	D23566	D05213	D23568	9.00-11.00	27-12-51
1/2	D23566	D23567	D23568	D23569	12.30-14.30	27-12-51
1/3	D23566	D23567	D23569	D23565	17.00-19.00	27-12-51
1/4	D05213	D23567	D23569	D23563	9.00-11.00	28-12-51

6. การรับสัญญาณดาวเทียม GPS

ในการเข้ารับสัญญาณดาวเทียม จะต้องตรวจสอบหมายเลข ดป. บนหัวหมุดดาวเทียม หรือหมายเลขบนหัวหมุดหลักฐานแน่นที่ดาวเทียม กรมที่ดิน เฉลิมพระเกียรติ หรือ หมายเลข ก.ร.ว. บนหัวหมุดพยาน หรือ หมุดคู่ร่วงวัดอาชีมุท ว่าถูกต้องตรงกับในรายการรังวัดหรือไม่ และจะต้องทำการรังวดระยะไกลเพื่อตรวจสอบว่าต้องกับในรายการรังวัดหรือไม่ ถ้าต่างกันมากๆ จะต้องแจ้งให้สำนักเทคโนโลยีทราบ เพื่อตรวจสอบแก้ไขต่อไป

2. การรังวดหมุดดาวเทียมแบบสถิตอย่างเร็ว (RAPID or FAST STATIC)

การรังวดหมุดดาวเทียมแบบสถิตอย่างเร็ว (RAPID or FAST STATIC) มี 2 แบบ คือ

- แบบสถานีโครงข่าย(Network Base Station)
- แบบสถานีฐานเดียว(Single Base Station)

วัตถุประสงค์

1. สร้างหมุดดาวเทียม สำหรับใช้เป็นหมุดอุด-เข้าบริจาคมของเส้นเพื่อโครงงานหมุดหลักฐานแน่นที่
2. เพื่อสร้างหมุดดาวเทียมสำหรับใช้เป็นสถานีฐาน (Base Station) ในการขยายหมุด RTK GPS

หลักการทำงาน

การทำงานเหมือนกับการรังวดแบบ Static ซึ่งต้องมีการรับสัญญาณพร้อมกันอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยมีดาวเทียมอย่างน้อย 5 ดวง ในช่วงเวลา 20 นาทีขึ้นไป

การบันทึกข้อมูลจะทำในขณะที่เครื่องตั้งอยู่กับที่ ถ้าในขณะที่เครื่องรับสัญญาณมีการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง ข้อมูลจะไม่มีการบันทึก

ความแตกต่างในการทำงานของระบบ Rapid Static และ Static อยู่ที่การบันทึกข้อมูล มีน้อยกว่าเนื่องจากใช้เวลาจังหวัดไม่มากนัก ดังนั้นค่าความถูกต้องอาจจะไม่สูงเท่ากับการรังวัดแบบ Static และข้อแตกต่างอีกอย่างคือ สามารถบันทึกข้อมูลมากกว่า 1 ช่วงเวลาต่อ 1 ไฟล์

ระยะเวลาในการรับสัญญาณขึ้นอยู่กับ

- จำนวนของดาวเทียมที่ทำการรับสัญญาณ
- ลักษณะทางเลขานุติของการโคจรดาวเทียม (PDOP)
- ระยะเดินทาง
- คุณภาพของข้อมูลที่ทำการบันทึก
ปัจจัยที่มีผลต่อกุณภาพของข้อมูลมีดังนี้ :
 - Cycle slips เป็นการขัดขวางหรือการกระโดดของข้อมูลจากดาวเทียมหนึ่ง ดวงหรือมากกว่านั้น
 - Multipath เป็นการสะท้อนสัญญาณจากวัตถุที่อยู่ใกล้ๆ งานรับสัญญาณ ดาวเทียม เช่น ผนัง หรือหลังคา ทำให้ระยะทางที่คำนวณได้ผิดพลาดไป
 - Radio Frequency (RF) interference

การสร้างและการรังวัด

เพื่อให้การรับสัญญาณดาวเทียมและการคำนวณค่าพิกัดหมุด RAPID STATIC เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีความละเอียดถูกต้อง และมีความซัดเจนในการปฏิบัติยิ่งขึ้น จึงกำหนดหลักเกณฑ์ในการสร้างหมุด RAPID STATIC ไว้ดังต่อไปนี้

การสร้างหมุด RAPID STATIC

ให้สร้างจำนวน 3 หมุด โดยมีระยะห่างระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร ในกรณีที่สร้างหมุดดาวเทียม RAPID STATIC เพื่อสร้างระวังแผนที่ หรือเพื่อโยงยึดเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดออกหรือเข้าบราจบเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดออกหรือเข้าบราจบ สันโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่อย ให้มีระยะห่างระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 100 เมตร

การรับสัญญาณ

การรับสัญญาณแบบ RAPID STATIC มี 2 แบบ คือ

- การรังวัดแบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

ให้ดำเนินการและปฏิบัติเช่นเดียวกับการรังวัดแบบ Static โดยให้มีระยะเส้นฐานไม่เกิน

10 กิโลเมตร และให้รับสัญญาณไม่น้อยกว่า 20 นาที

- การรังวัดแบบสถานีฐานเดียว (Single Base Station)

ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถรังวัดหมุดหลักฐานแพนที่ แบบ RTK ได้ โดยมีขั้นตอนและเงื่อนไข

ดังนี้

- รับสัญญาณโดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยรับสัญญาณที่สถานีที่ทราบค่าพิกัดหนึ่งเครื่อง ส่วนเครื่องที่เหลือทำการรับสัญญาณที่หมุดที่ต้องการทราบค่าพิกัด

- ก่อนดำเนินการรับสัญญาณหมุดดาวเทียมที่ต้องการหาค่าพิกัดให้รับสัญญาณที่หมุดที่ทราบค่าพิกัดอีกหมุดหนึ่งเพื่อเป็นการตรวจสอบสถานีฐาน โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามชนิดหมุดที่ตรวจสอบดังนี้

ตรวจสอบกับหมุดพยานดาวเทียมของสถานีฐาน	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.05 เมตร
---------------------------------------	--------------------------------------

ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Static	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.10 เมตร
-------------------------------	--------------------------------------

ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Rapid Static	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.12 เมตร
-------------------------------------	--------------------------------------

ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม RTK	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.15 เมตร
----------------------------	--------------------------------------

- ทำการรังวัดมุม – ระยะ ของหมุดที่ต้องการทราบค่าพิกัดด้วยกล้องกล้องวัดมุมและเครื่องวัดระยะอิเลคทรอนิกส์ ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2 พลิปดา เพื่อใช้ในการตรวจสอบมุม – ระยะที่ได้จากการคำนวณจากค่าพิกัดที่ได้จากการรับสัญญาณดาวเทียม

- เปรียบเทียบค่า มุม – ระยะที่ได้จากการรับสัญญาณกับมุม – ระยะที่ได้จากการรังวัดด้วยกล้องโดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนดังนี้

ความคลาดเคลื่อนทางมุม	ค่าต่างไม่เกิน 30 พลิปดา
-----------------------	--------------------------

ความคลาดเคลื่อนทางระยะ	ค่าต่างไม่เกิน 1: 5,000
------------------------	-------------------------

3. การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ RTK (Real Time Kinematic)

การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ RTK (Real Time Kinematic) มี 2 แบบ คือ

- แบบสถานีฐานเดียว (Single Base Station)
- แบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

การรังวัดหมุดดาวเทียม RTK แบบสถานีฐานเดียว (Single Base Station)

วัตถุประสงค์

1. ขยายหมุดหลักฐานแผนที่ เพื่องานรังวัดออกโฉนดที่ดินทั่วประเทศ
2. เพื่อใช้เป็นหมุด ออกและเข้าบราจ ของเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่ต่างๆ
3. เพื่อใช้สร้างระหว่างแผนที่ภาคพื้นดิน

หลักการทำงาน

การทำงานในรูปแบบ RTK นี้จะต้องใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 2 เครื่อง ซึ่งจะมีเครื่องรับสัญญาณที่สถานีที่ทราบค่าพิกัด เรียกว่า Base station และ เครื่องที่เหลือจะเป็นสถานีเคลื่อนที่ เรียกว่า Rover ซึ่งที่สถานีหลักจะทำการรับสัญญาณค่าพิกัดจากดาวเทียม และส่งค่าปรับแก้ที่ทราบค่าโดยผ่านระบบสื่อสาร เช่นระบบวิทยุ ระบบโทรศัพท์มือถือ ไปยังสถานีเคลื่อนที่ ที่สถานีเคลื่อนที่ก็เช่นกันจะทำการรับสัญญาณจากดาวเทียม และทำการประมาณค่าตำแหน่งสัมพัทธิกับสถานีหลักได้ โดยอาศัยค่าแก้ที่ส่งมาจากสถานีหลัก

โดยทั่วไปแล้ว ที่สถานีหลัก และสถานีเคลื่อนที่ จะทำการรับสัญญาณและบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 วินาที และทำการประมาณผลได้ค่าพิกัดที่อัตราเดียวกัน โดยกำหนดให้ทำการบันทึกข้อมูลจำนวนไม่น้อยกว่า 180 ข้อมูล (epoch)

การวางแผนงาน

ในการปฏิบัติงานรับสัญญาณดาวเทียม แบบ RTK จะมีข้อจำกัดของสัญญาณวิทยุ หรือสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของการรับสัญญาณ โดยปกติแล้วการรับสัญญาณดาวเทียม แบบ RTK สามารถครอบคลุมพื้นที่เป็นรัศมีได้ประมาณ 5-10 กิโลเมตร โดยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ

- การคัดเลือก Base Station เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องทำก่อนอันดับแรก ของการปฏิบัติงานเนื่องจากในพื้นที่ปฏิบัติงาน RTK อาจไม่มี Base Station หรือมีน้อย ไม่ครอบคลุมพื้นที่ได้เพียงพอ

เพราะจะนี้จะต้องวางแผนงานสร้างหมุด Base Station เพื่อกราดายให้ครอบคลุมพื้นที่ปฏิบัติงาน RTK อย่างเพียงพอเสียก่อน

- การเตรียมข้อมูลหมุดตรวจสอบ หมุดตรวจสอบเป็นหมุดที่เราใช้ตรวจสอบค่าพิกัด ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน RTK ในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากหากเราป้อนค่าพิกัดผิดในสถานี Base Station และหากไม่มีการตรวจสอบในหมุดตรวจสอบ ก็อาจทำให้ค่าพิกัดที่เกิดจากการปฏิบัติงาน RTK ผิดตามไปด้วย

การเตรียมเครื่องมือก่อนการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานสร้างและรับสัญญาณดาวเทียม RTK GPS จะต้องเตรียมความพร้อม ก่อนเริ่มปฏิบัติงานดังนี้

- การตรวจสอบกล้องวัดมุมและเครื่องวัดระยะ ก่อนการปฏิบัติงานในแต่ละโครงการ จะต้องนำกล้องวัดมุมและเครื่องวัดระยะ ทำการวัดสอบ กับ เส้นฐานมาตรฐานที่กรมชลประทาน อ. ปากเกร็ด จ.นนทบุรี เสียก่อนเพื่อให้ได้ทราบว่ากล้องวัดมุมและเครื่องวัดระยะอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด หรือไม่
- การตรวจสอบสภาพเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ก่อนการปฏิบัติงานในแต่ละโครงการจะต้องตรวจสอบสภาพเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมีสภาพพร้อมต่อการปฏิบัติงานอย่างไร เช่น สายนำสัญญาณต่างๆ แบตเตอรี่ เครื่องส่งสัญญาณวิทยุหรือสัญญาณโทรศัพท์ เป็นต้น
- การตรวจสอบเครื่องมือก่อนและหลังการปฏิบัติงาน เนื่องจากอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน RTK GPS มีอุปกรณ์ต่างๆ ค่อนข้างมาก เราจึงต้องมีแบบฟอร์มเพื่อตรวจสอบเครื่องมือก่อน และหลังการปฏิบัติงานทุกครั้ง

การสร้างและการรังวัด

การสร้างหมุดดาวเทียมแบบ RTK มีองค์ประกอบดังนี้

- การเลือกตำแหน่งสร้าง
- การวัดมุมและระยะ
- การเขียนรายการรังวัด

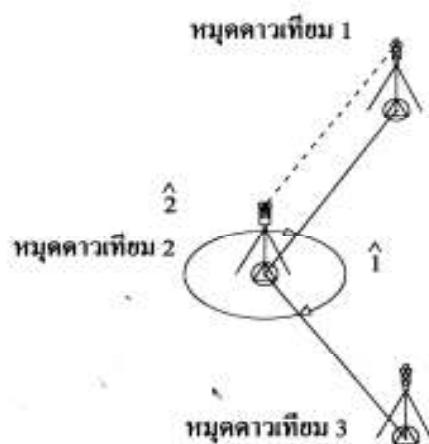
1. การเลือกตำแหน่งสร้าง

การสร้างหมุด RTK GPS จะแตกต่างจากการสร้างหมุดของเส้นโครงงานหมุดหลักฐาน แผนที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากมีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึงการรับสัญญาณดาวเทียมด้วย ดังนี้

- ตำแหน่งต้องมั่นคง ยากต่อการถูกทำลาย เนื่องจากเป็นหมุดที่เสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การซ้อมแซมกระทำได้ยาก
 - สภาพตำแหน่งต้องเหมาะสมแก่การรับสัญญาณดาวเทียม
 - ในบริเวณใกล้เคียงต้องไม่มีสิ่งรบกวนสัญญาณดาวเทียม
 - การสร้างต้องเป็นไปตามระเบียบกรมที่ดินว่าการรังวัดหมุดหลักฐานแพนท์โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. 2543

2. การวัดมุมและระยะ

หลังจากการสร้างหมุดดาวเทียม RTK และ ขั้นตอนต่อไป ให้ใช้กล้องวัดมุมและเครื่องวัดระยะอิเลคทรอนิกส์ ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2 พลิบดา ทำการวัดมุมและระยะ โดยมีวิธีการ ดังรูป



- ตั้งกล้องวัดมุมตรงตำแหน่งหมุดกลาง (2) แล้ววัดมุม 1 → 2 จำนวนไม่น้อยกว่า 3 set และค่าเฉลี่ยแต่ละ set ไม่เกิน 5 พลิบดา
 - ให้วัดระยะทั้ง 2 ด้าน ดังรูป จำนวนด้านละ 5 ครั้ง
- จุดประสงค์ของการวัดมุมและระยะ เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบค่าพิกัด ที่ได้จากการรับสัญญาณดาวเทียม

3. การเขียนรายการรังวัด

- ใบสรุปหมุดดาวเทียม(ร.ว. ๗๕ ก)
- แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๖)
- รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๗)
- รายการรังวัดมุมและระยะ (ร.ว.๓๑ ค)

การรับสัญญาณ

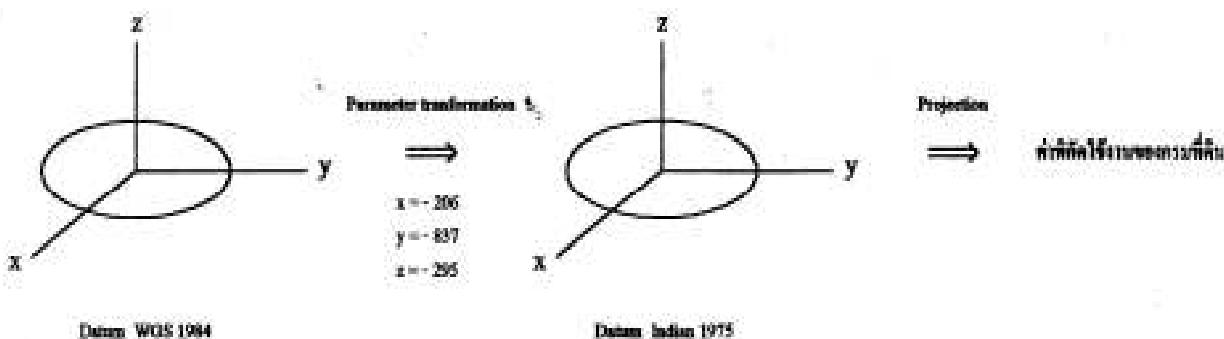
ในการรับสัญญาณดาวเทียม RTK GPS มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- การกำหนดค่ามาตรฐานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม
- การตรวจสอบ Base Station
- การ Start Base Station
- การรับสัญญาณของ Rover Station

1. การกำหนดค่ามาตรฐานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

การกำหนดค่าเป็นการกำหนดค่าเพื่อให้ได้ค่าพิกัดที่ใช้งานอยู่ในเกณฑ์และเป็นค่าพิกัดในระบบที่ก่อนที่ดินใช้งาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- การสร้าง Job ใน การปฏิบัติงาน RTK จะต้องมีการสร้าง Job หรือ File เพื่อเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งที่เราเข้ารับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งชื่อ Job ที่ดีจะต้องสื่อความหมาย เช่น วันที่รับสัญญาณ ใครเป็นคนรับสัญญาณ
- การกำหนดระบบค่าพิกัด กรณีที่ดินใช้ Datum Indian 1975 เป็นระบบอ้างอิง และใช้ค่า Transformation จาก WGS 1984 (ระบบดาวเทียมอ้างอิง) ไป Indian 1975 มีค่าดังนี้
 $TX = -206, TY = -837, TZ = -295$



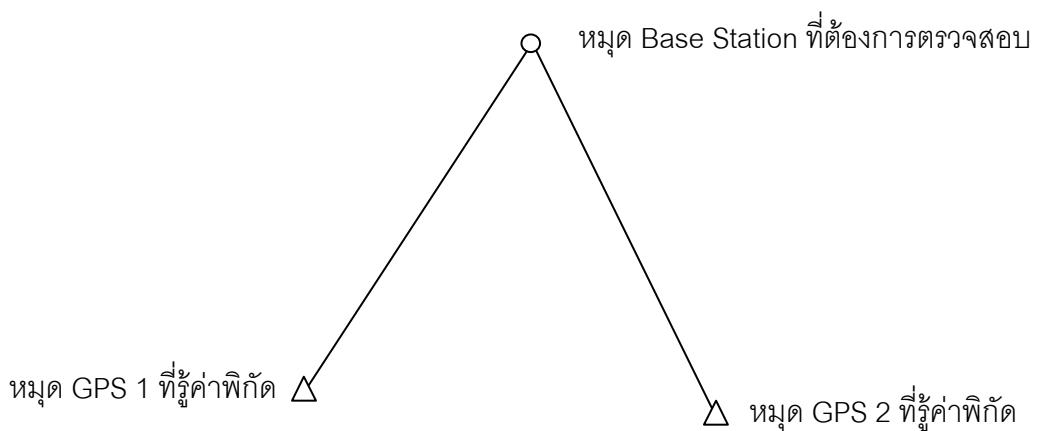
- กำหนดระยะเวลาในการรับ โดยปกติแล้วจะกำหนดไว้ 180 epoch หรือประมาณ 3 นาที
- ค่าพิกัดที่ได้ต้องได้จากการ Fixed solution เท่านั้น

- การกำหนดเกณฑ์ ความถูกต้องทางราบและทางดิ่ง ซึ่งจะต้องกำหนดดังนี้ คือ ข้อมูลที่บันทึกได้จะต้องไม่เกิน 0.015 เมตร ทางราบ และไม่เกิน 0.030 เมตร ทางดิ่ง

2. การตรวจสอบ Base station

การตรวจสอบหมุด Base Station เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกของการปฏิบัติงาน RTK ซึ่งในการตรวจสอบ Base Station สามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

- การตรวจสอบจากรายการโยงยึดจากรายการรังวัด ซึ่งก่อนการเข้ารับสัญญาณดาวเทียมที่หมุดดาวเทียมทุกครั้ง จะต้องตรวจสอบรายการโยงยึดทุกครั้งเสมอ
- การตรวจสอบโดยใช้กล้องวัดมุม หากพบว่าสภาพโยงยึดของหมุดดาวเทียมเปลี่ยนไปสามารถตรวจสอบได้ แต่สามารถตรวจสอบได้โดยกล้องวัดมุม ซึ่งการตรวจสอบสามารถกระทำโดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบของหมุดดาวเทียม
- การตรวจสอบโดยการรับสัญญาณของ Rover ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบโดยมีหมุดที่เรารู้ค่าพิกัดแล้วในพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยหมุดตรวจสอบนี้อาจจะเป็นหมุดที่รู้ค่าพิกัดแล้ว เช่นหมุดดาวเทียมในบริเวณใกล้เคียง, หมุดพยานดาวเทียม ซึ่งได้คำนวนค่าพิกัดแล้ว, หมุดเด่นในรายงานหมุดหลักฐานแผนที่ ซึ่งควรจะเป็นลำดับสุดท้ายของการใช้เป็นหมุดตรวจสอบ เนื่องจากค่าพิกัดจะมีความแตกต่างกันข้างมาก
- การตรวจสอบโดยใช้การรับสัญญาณดาวเทียม แบบ RAPID STATIC เป็นวิธีการรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อตรวจสอบ Base Station ในกรณีที่มีหมุดตรวจสอบในพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน การตรวจสอบให้กระทำการโดยเลือกหมุดดาวเทียมที่รู้ค่าพิกัดแล้ว จำนวน 2 หมุด แล้วตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมกันทั้งสามหมุด ดังรูป



ตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมให้รับสัญญาณพร้อมกันทั้ง 3 หมุดและมีช่วงเวลาเดียวกัน ไม่น้อยกว่า 20 นาที แล้วนำผลการรับสัญญาณมาคำนวณค่าพิกัดของหมุดที่คิดเป็น Base Station ว่าแตกต่างจากค่าพิกัดเดิมหรือไม่

3. การ Start Base Station

การ Start Base Station มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

- การตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและอุปกรณ์วิทยุที่หมุด Base Station
- ตรวจสอบสายสัญญาณต่างๆ ว่าได้ต่อตามจุดอุปกรณ์ต่างๆ ครบถ้วนแล้ว
- ป้อนค่าพิกัดหมุด Base Station โดยปกติแล้วควรกดปุ่ม Here ก่อน เพื่อตรวจสอบว่าค่าพิกัดที่เกิดขึ้นขณะรับสัญญาณดาวเทียมกับค่าพิกัดของหมุด Base Station แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่แตกต่างก็ให้ป้อนค่าพิกัดลงไป
 - การป้อนความสูง ไม่ควรนำค่าความสูงที่คาดคะเนเองป้อนลงไป ควรเป็นค่าที่ได้จากการประมาณจากแผนที่ภูมิประเทศหรืออาจเป็นความสูงจากการรับสัญญาณดาวเทียม
 - ตรวจสอบสัญญาณวิทยุ ก่อนเคลื่อนย้ายเพื่อไปรับสัญญาณ ตามหมุดดาวเทียมต่างๆ ควรตรวจสอบสัญญาณวิทยุว่ามีสัญญาณส่งออกไปหรือไม่
 - บันทึกรายละเอียดการรับสัญญาณดาวเทียมลงในแบบ Field sheet ทุกครั้ง ก่อนการเริ่ม Start ให้ตรวจสอบข้อมูลในเครื่อง Receiver ที่ใช้เป็น Base Station ว่าเต็มหรือไม่ และข้อพึงระวังการตั้ง Base ใกล้กับสายไฟฟ้าแรงสูง อาจเกิดอันตรายได้

4. การรับสัญญาณของ Rover Station

การรับสัญญาณดาวเทียมหมายถึงเครื่องรับสัญญาณที่เป็น Rover เคลื่อนย้ายไปรับสัญญาณดาวเทียมตามหมุดดาวเทียมที่ถูกสร้างไว้ตามตำแหน่งต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- การเข้ารับสัญญาณดาวเทียมเพื่อตรวจสอบค่าพิกัด Base Station
- การเข้ารับสัญญาณดาวเทียมและตรวจสอบค่าพิกัดที่รับสัญญาณมา

4.1 การเข้ารับสัญญาณดาวเทียมเพื่อตรวจสอบค่าพิกัด Base Station

จุดประสงค์เพื่อตรวจสอบค่าพิกัดของ Base Station โดยเข้ารับสัญญาณ ตรวจสอบที่หมุดที่ทราบค่าพิกัดแล้ว โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ตรวจสอบกับหมุดพยานดาวเทียม

ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.05 เมตร

ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Static

ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.10 เมตร

ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Rapid Static

ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.12 เมตร

ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม RTK

ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.15 เมตร

ในกรณีที่ได้เข้ารับสัญญาณดาวเทียมที่มุ่งตรวจสอบ แล้วพบว่าเกินเกณฑ์ ให้ค้นหาหมุดตรวจสอบเพิ่มอีกและเข้ารับสัญญาณเพื่อตรวจสอบต่อไปจนกว่าพิสูจน์ได้ หมุด Base Station เคลื่อนหรือป่อนค่าพิกัดผิด

4.2 การเข้ารับสัญญาณดาวเทียมและตรวจสอบค่าพิกัดที่รับสัญญาณมา

หมายถึงการเข้ารับสัญญาณดาวเทียมของเครื่องรับสัญญาณ Rover ตามตำแหน่งหมุดดาวเทียมที่ได้สร้างไว้ ซึ่งก่อนการปฏิบัติภารกิจ predict ดาวเทียมก่อนเพื่อให้ได้ค่าพิกัดที่มีความถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการรับลงใน Field sheet ทุกครั้ง ควรหลีกเลี่ยงการรับสัญญาณดาวเทียมที่มีค่า RMS สูงๆ

จากนั้นนำค่าพิกัดที่ได้จากการรับสัญญาณมาคำนวณค่าระยะและมุม เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้วัดโดยกล้องและเครื่องวัดระยะ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้ คือ

ความคลาดเคลื่อนทางมุม	ค่าต่างไม่เกิน 30 พลิปดา
ความคลาดเคลื่อนทางระยะ	ค่าต่างไม่เกิน 1 : 5,000

การรังวัดหมุดดาวเทียม RTK แบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

ข้อจำกัดของการรังวัด RTK แบบสถานีฐานเดียวคือ ความถูกต้องทางตำแหน่ง (Accuracy) และความน่าเชื่อถือของค่าพิกัด (Reliability) จะลดลงเมื่อระยะทางระหว่างสถานีฐานและสถานีจราจรเพิ่มขึ้น อีกทั้งพื้นที่ขอบเขตในการทำงานได้ของแต่ละสถานีฐานไม่ต่อเนื่องเป็นเนื้อเดียวกัน

ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว เทคนิคการรังวัดแบบจลน์ในทันที จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นเทคนิคการรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอสระบบเครือข่ายแบบจลน์ในทันที (Network-based RTK GPS) ซึ่งมีข้อดีคือ มีความถูกต้องทางตำแหน่งในระดับเซนติเมตรเข่นกันและมีความน่าเชื่อถือของค่าพิกัดสูงโดยความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของค่าพิกัดตลอดจนขอบเขตในการทำงานนั้นเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันตลอดทั้งโครงข่าย ทำให้มีพื้นที่ในการทำงานเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังสนับสนุนการประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ เช่น การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ เช่น สะพาน หรือเขื่อนขนาดใหญ่ เป็นต้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้งานรังวัดออกโฉนดที่ดินในพื้นที่โครงข่ายมีความถูกต้องในระดับเดียวกันและมีความสมพันธ์กันทั้งโครงข่าย
2. เพื่อใช้เป็นหมุด ออกระและเข้าบระบบ ของเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่ต่างๆ
3. เพื่อใช้สร้างระหว่างแผนที่ภาคพื้นดิน

องค์ประกอบของการรังวัด RTK แบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

1. สถานีฐานถาวร (Permanent reference station) ต้องมีสถานีฐานอย่างน้อย 3 สถานี
2. ศูนย์ควบคุม (Control center) ซึ่งรวมเรียกว่า ระบบเครือข่ายสถานีฐานจีพีเอส
3. ส่วนของสถานีผู้ใช้งาน (Rover station) ซึ่งสถานีฐานถาวรจะรับสัญญาณดาวเทียมตลอดเวลาและส่งข้อมูลแบบในทันที (Real time) ไปยังศูนย์ควบคุมผ่านช่องทางการสื่อสารอย่างโดยอิ่มหนึ่ง เช่น leased lines หรือ LAN / WAN เป็นต้น โดยที่ศูนย์ควบคุมจะมีการประมวลผลข้อมูลและมีการติดต่อสื่อสารกับสถานีผู้ใช้งานผ่านช่องทางการสื่อสาร เช่น โทรศัพท์มือถือหรือสัญญาณวิทยุ เช่นกัน

หลักการทำงาน

การทำงานของ Virtual Reference Station (VRS) ประกอบด้วยสถานีโครงข่ายดาวเทียมอย่างน้อย 3 สถานีที่มีระยะห่างเส้นฐานประมาณ 50 – 70 กิโลเมตร และมีการเชื่อมต่อส่งข้อมูลดาวเทียมผ่านระบบการสื่อสารมายังสถานีควบคุมอย่างต่อเนื่อง โดยมีคอมพิวเตอร์ที่สถานีควบคุมทำการรวบรวมข้อมูลจากทุกสถานีอ้างอิงที่ส่งมาอย่างต่อเนื่อง และสร้างฐานข้อมูลของการปรับแก้โครงข่ายที่จำต้องดำเนินการตามความคลาดเคลื่อนของชั้นบรรยากาศได้ โดยจะส่งค่าปรับแก้ในรูปแบบ VRS ที่เป็นการจำลองตำแหน่งเสมือนของสถานีอ้างอิงให้อよด้วยกลไกบันดาล สำหรับผู้ใช้งานในภาคสนามเพียงไม่กี่เมตร ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบสองทางระหว่างผู้ใช้งานและสถานีควบคุม โดยที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเคลื่อนที่แบบจลน์จะแปลงค่าและใช้งานข้อมูลนั้นรวมกับค่าปรับแก้มาจากการสถานีอ้างอิงที่แท้จริง ทำให้ได้ผลลัพธ์ของประสิทธิภาพการทำงานในรูปแบบ RTK มีประสิทธิภาพสูงสุด

โดยในภาคสนามที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเคลื่อนที่แบบจลน์จะมีการสื่อสารแบบสองทางโดยจะส่งค่าตำแหน่งโดยประมาณไปยังสถานีควบคุมโดยผ่านรูปแบบการสื่อสารเช่น GSM หรือ GPRS ซึ่งเป็นค่าตำแหน่ง NMEA ในรูปแบบ GGA และที่สถานีควบคุมจะทำการยอมรับตำแหน่งและส่งค่าปรับแก้ในรูปแบบ RTCM มากับผู้ใช้งาน ทันทีที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเคลื่อนที่แบบจลน์รับค่าปรับแก้จะมีการคำนวณค่าพิกัดในรูปแบบ DGPS (ซึ่งมีความถูกต้องเพียงพอที่จะมั่นใจได้ว่าค่าไม่เดลขึ้นชั้นบรรยากาศและอิฐเมอริสของทั้งโครงข่ายได้ถูกใช้อย่างถูกต้อง) พร้อมทั้งปรับปรุงค่าตำแหน่งพิกัดใหม่

แล้วส่งค่าพิกัดใหม่นั้นมา yang สถานีควบคุมอีกครั้ง และที่สถานีอ้างอิงจะคำนวนค่าปรับแก้ RTCM มาให้ผู้ใช้งานใหม่ เสมือนกับว่ามาจากตำแหน่งของสถานีอ้างอิงที่อยู่ใกล้ๆ กับตำแหน่งของผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เข้ามายังเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเข้ากับระบบ RTK Network
2. สร้าง Project ในเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมด้วยชื่อที่กำหนด
3. รังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ ด้วยระบบ RTK Network ที่ให้ผลเป็นแบบ VRS หรือ Single Base โดยกำหนดเงื่อนไขการรังวัด ดังนี้
 - PDOP ไม่เกิน 5.0
 - RMS ไม่มากกว่า 3.0
 - ให้ผลการคำนวนเป็นแบบ fixed ทุก 1 วินาที ใช้เวลาในการรับสัญญาณดาวเทียมไม่น้อยกว่า 180 วินาที
4. ตรวจสอบความถูกต้องของค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัด โดยวัดระยะระหว่างหมุดหลักฐานแต่ละหมุด เกณฑ์การตรวจสอบมีความผิดพลาดทางระยะไม่น้อยกว่า 1:5,000
5. ผู้รังวัด load ข้อมูล Project และข้อมูล export ค่าพิกัด สำหรับตรวจสอบ
6. ส่งข้อมูล Project ที่ได้รับการตรวจสอบแล้ว เข้า website www.i-dolnet.com และเข้าเมนู ส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูล เพื่อเก็บไว้เป็นฐานข้อมูล

เครื่องมือและอุปกรณ์

การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ STATIC และ RAPID STATIC

มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็น ดังนี้

1. กล้องมือถือได้ไฟท์ ชนิด 1 พลิปดา และเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ หรือ กล้องสำรวจแบบประมวลผลชนิด 1 พลิปดาพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
2. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม
3. จานรับสัญญาณดาวเทียม
4. สายสัญญาณ
5. ADAPTER สำหรับจานรับสัญญาณดาวเทียม
6. TRIBRACH
7. แบบเตอร์จายใน

8. แท่นชาร์จแบตเตอรี่
9. สายไฟใช้กับแบตเตอรี่รีรอนต์
10. POLE วัดระยะ
11. ขาตั้งกล้อง
12. รายงานต์ราชการสำหรับขึ้นเครื่องและอุปกรณ์ และใช้ปฎิบัติงานภาคสนาม
จำนวน 1 คัน/หน่วย

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์เสริมในการปฏิบัติงานรับสัญญาณดาวเทียม ดังนี้

วิทยุสื่อสาร ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมาก สำหรับใช้ติดต่อระหว่างหน่วยรับสัญญาณดาวเทียม กรณีมีการปรับเปลี่ยนแผนงานรับสัญญาณดาวเทียม อาจจะเนื่องมาจากการตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมไม่ทันตามเวลาที่กำหนดได้ ทำให้ต้องขยายระยะเวลาในการรับสัญญาณ

Tower เป็นอุปกรณ์ดัดแปลงพิเศษที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อใช้ต่อเสาอากาศรับสัญญาณดาวเทียมให้สูง เพื่อให้พื้นแนวสิ่งกีดขวาง (OBSTRUCTION)

การรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ RTK (Real Time Kinematic)

สำหรับงานรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ RTK (Real Time Kinematic) จะมีอุปกรณ์สื่อสารต่างๆเพิ่มเติมได้แก่ โทรศัพท์มือถือ หรือวิทยุรับ-ส่ง เสาอากาศวิทยุ

วิธีการทำงานรังวัดหมุดดาวเทียมแบบ RTK มีผลกับการรับกระบวนการส่งสัญญาณวิทยุ การลดอัตราการรับจากคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องการ ซึ่งสามารถใช้กับสถานีฐานอื่น ๆ สามารถใช้ตัวเลื่อนเวลาในการส่งคลื่นที่สถานีฐาน ซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันกับตัวอื่น ๆ ที่คลื่นความถี่เดียวกัน ในบางกรณี สภาพแวดล้อม หรือ สภาพภูมิประเทศของสนามการทำงานจะมีผลกับการส่งคลื่นวิทยุ พื้นที่ครอบคลุมการทำงาน

การเพิ่มความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่การทำงาน

1. เลื่อนสถานีฐานไปยังจุดที่เห็นได้อย่างชัดเจนรอบ ๆ บริเวณภาคสนาม
2. ติดตั้งเสาอากาศวิทยุของสถานีฐานให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. เลือกใช้ Radio repeaters

ข้อควรทราบ – ค่าความละเอียดถูกต้องของจุดที่รังวัดไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ จากการทำงานของวิทยุ

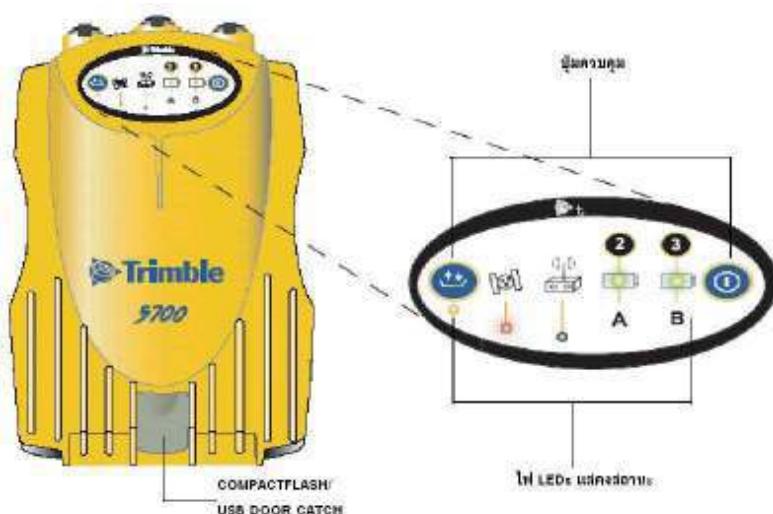
ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS 5700

ส่วนประกอบหลักของเครื่องรับสัญญาณไม่ว่าจะเป็น ส่วนควบคุมการทำงาน, พอร์ต และส่วนเชื่อมต่อ ติดตั้งที่ 4 ส่วนหลัก คือ ส่วนบน, ส่วนล่าง, ส่วนหน้า และส่วนหลัง ดังแสดงในรูป



1. ส่วนหน้า [FRONT PANEL]

ที่ส่วนนี้จะเป็นส่วนแสดงสถานะของการทำงานเครื่องซึ่งแสดงด้วยไฟ LEDs นอกจากนี้จะประกอบด้วยปุ่มการทำงาน 2 ปุ่ม และส่วนสำหรับตรวจแผ่น COMPACT FLASH และส่วนเชื่อมต่อสาย USB



ปุ่มการทำงาน 2 ปุ่มนี้จะเป็นตัวควบคุมการรับข้อมูล (data logging), การจัดการข้อมูล (data management), พลังงาน และการตั้งค่ากำหนด ไฟแสดงสถานะ LEDs จะแสดงสถานะในการรับสัญญาณ, พลังงาน, การรับสัญญาณดาวเทียม และการรับคลื่นวิทยุ

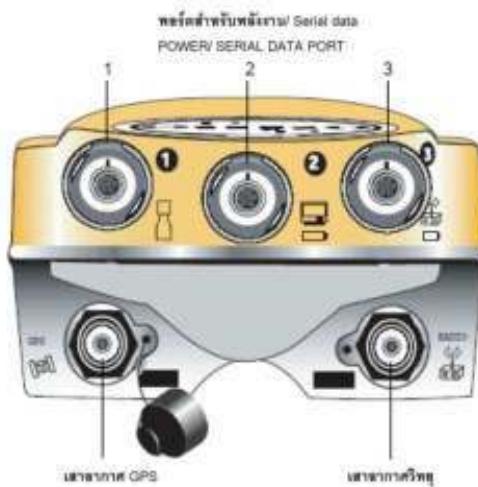
2. ส่วนหลัง [REAR PANEL]



ส่วนของตัวล็อกเครื่องรับสัญญาณใช้ในการติดตั้งกับ Pole โดยต้องใช้งานร่วมกับตัว Bracket เพื่อรองรับเครื่องรับสัญญาณอีกครั้ง

3 ส่วนบน [TOP PANEL]

ในส่วนนี้จะเป็นประกอบด้วยพอร์ตทั้งสิ้น 3 พอร์ต คือ พอร์ตเชื่อมต่อแหล่งพลังงาน, Serial data และ (TNC) ports สำหรับเชื่อมต่อเครื่อง GPS และเสาอากาศวิทยุ



โดยแต่ละพอร์ตที่ส่วนบนจะแสดงด้วยรูปสัญลักษณ์ เพื่อแสดงหน้าที่หลักในการทำงาน ดังแสดงในตารางด้านล่าง

ตารางแสดงพอร์ตของเครื่องรับสัญญาณ GPS

ชื่อ	เพื่อการเชื่อมต่อ
	พอร์ต 1 TRIMBLE Controller, event marker, หรือคอมพิวเตอร์
	พอร์ต 2 ต่อแบ็ตเตอรี่, คอมพิวเตอร์, 1PPS, หรือ event marker
	พอร์ต 3 ต่อแบ็ตเตอรี่, วิทยุภายนอก
	GPS เสาอากาศ GPS
	วิทยุ เสาอากาศวิทยุเพื่อสื่อสาร

4. ส่วนล่าง [BOTTOM PANEL]

ส่วนนี้ประกอบด้วย พอร์ต USB, พอร์ต Compact Flash และที่บันจูรุ่นแบตเตอรี่ภายในในส่องก้อน



คู่มือปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่ โดยระบบดาวเทียม

ข้อควรระวัง: เมื่อไม่มีการเชื่อมต่อสาย USB และเครื่องถูกใช้งานบริเวณที่มีผู้คนเป็นจำนวนมาก ควรปิดฝาช่องสำหรับตรวจแผ่นการ์ด และพอร์ต USB เพื่อป้องกันความเสี่้น, ผู้น แลและลิงสกประที่อาจเกิดขึ้นได้ และการใช้งานของเครื่อง จะเป็นไปตามคุณลักษณะของอุณหภูมิที่กำหนดไว้ เมื่อฝาช่องบรรจุทุกส่วนปิดในขณะที่ใช้งาน

การติดตั้งเพื่อการทำงานแบบ POST-PROCESSED

ชุดเครื่องมือที่คุณต้องใช้เพื่อการติดตั้ง และใช้งานในรูปแบบ Post-processing ประกอบด้วย

- เครื่องรับสัญญาณ GPS 5700
- เสาอากาศ Zephyr™ หรือ Zephyr Geodetic
- สายเคเบิลเพื่อการเชื่อมต่อเสาอากาศ และเครื่องรับสัญญาณ GPS
สำหรับคุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Option ซึ่งใช่ว่ามเพื่อการทำงานในรูปแบบนี้

การติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS 5700

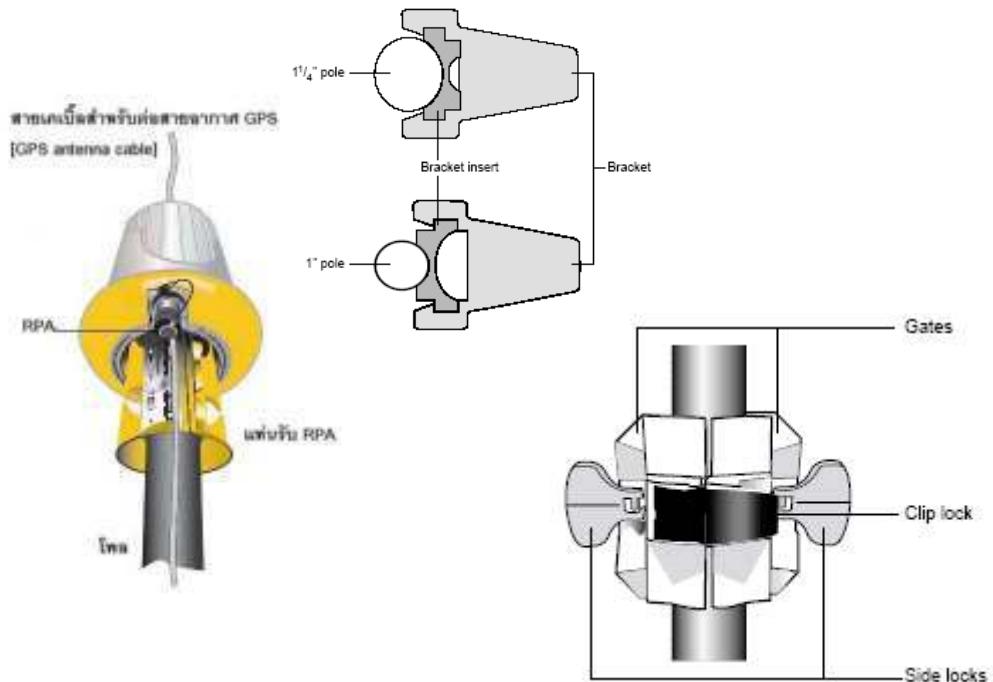
1. ณ จุดหัวหมุดของงานสำรวจ ทำการตั้งขาตั้งแบบสามขาพร้อมฐานสามเหลี่า และฐานตัวต่อเสาอากาศถ้าคุณไม่ต้องการใช้ขาตั้งแบบสามขา คุณสามารถเลือกใช้ Pole พร้อมขาตั้ง (Bipod) แต่อย่างไรก็ตามการติดตั้งเครื่องมือให้ได้ความมั่นคงในการใช้งานควรเลือกใช้ขาตั้งแบบสามขา
2. ติดตั้งเสาอากาศที่ฐานสามเหลี่าพร้อมตัวต่อ
3. ใช้ตัวจับเครื่องรับสัญญาณที่ขาตั้ง (Tripod clip) เพื่อจับยึดเครื่องรับสัญญาณ GPS 5700
4. ต่อสายเคเบิลสีเหลืองเพื่อเชื่อมกับเสาอากาศ Zephyr
5. ที่ปลายสายเคเบิลอีกด้านต่อเข้ากับเครื่องรับสัญญาณบริเวณพอร์ต TNC สีเหลือง
6. ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้พลงงานจากแบตเตอรี่ภายนอก ให้ใช้สายเคเบิลแบบ O-shell Lemo ต่อเข้ากับพอร์ตที่ 2 และ 3 ของเครื่องรับสัญญาณ

การติดตั้งบน POLE [Pole – Mounted Setup]

การติดตั้งบนโพล ประกอบด้วยคุปกรณ์ดังต่อไปนี้:

1. สายอากาศ eRTK กับโพล (eRTK™ Range Pole Antenna, RPA) เป็นอุปกรณ์เสริม
2. เครื่องรับสัญญาณ 5700
3. เครื่องควบคุม (Trimble Controller)

รูปแบบการติดตั้งแบบต่าง ๆ



รูปแบบการติดตั้งสายอากาศกับเพล
(eRTK™ Range Pole Antenna)



รูปแบบการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ 5700



รูปแบบการติดตั้งเครื่องควบคุม TSC1/ TSC2

อุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับ GPS

วิทยุเป็นอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งที่มีความสำคัญในการทำงาน GPS ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้วิทยุภายในตัวเครื่องรับสัญญาณโดยตรง (450 หรือ 900 MHz UHF) หรือเลือกทำการเชื่อมต่อ กับวิทยุภายนอกเพื่อเพิ่มรัศมีการทำงานให้ไกลขึ้น เมื่อใช้ GPS ควบคู่กับวิทยุจะเป็นการทำงานในรูปแบบ RTK (Real-Time Kinematic)

ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการใช้วิทยุภายนอกตัวเครื่องเพื่อการทำงานแบบสถานีเคลื่อนที่ (ROVER) และใช้วิทยุภายนอกเพื่อเป็นสถานีฐาน (BASE) วิทยุที่สามารถใช้งานกับ TRIMBLE 5700 ได้มีดังต่อไปนี้

- TRIMMARK™ 3
- TRIMMARK lie
- TRIMTALK™ 450s
- SiteNet™ 450
- Sitenet 900
- HPB450 Radio

การติดตั้งวิทยุภายนอก

การกำหนดให้เครื่องรับสัญญาณสามารถใช้งานแบบวิทยุภายนอกได้โดยการ Set เครื่องด้วยอุปกรณ์ดังนี้:

- GPS CONFIGURATOR SOFTWARE
- WINFLASH SOFTWARE
- TRIMBLE SURVEY CONTROLLER SOFTWARE

การติดตั้งวิทยุภายนอก

เมื่อต้องการติดตั้งวิทยุภายนอกเพื่อใช้งานร่วมกับ GPS ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าภายนอกเพื่อใช้งานร่วมกับวิทยุ

การติดตั้ง:

1. ต่อปลายข้างหนึ่งของสายเคเบิลสำหรับสายอากาศ GPS เข้ากับพอร์ต TNC ที่เครื่องรับสัญญาณ
2. สำหรับปลายอีกด้านต่อเข้ากับตัวสายอากาศภายนอก Zephyr หรือ Zephyr Geodetic

3. จากนั้นต่อวิทยุภายนอกเข้ากับเครื่องรับสัญญาณที่พอร์ต 3
4. ติดตั้งเสาอากาศวิทยุเข้ากับวิทยุภายนอก
5. ต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้าภายนอก ที่พอร์ต 2 ที่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งแหล่งกำเนิดไฟฟ้าภายนอกที่สามารถใช้ได้คือขนาด 6 หรือ 10 แอมป์ หรือ แบตเตอรี่แบบ Camcorder

รูปตัวอย่างการต่อเครื่องรับสัญญาณ 5700 กับวิทยุ TRIMMARK 3

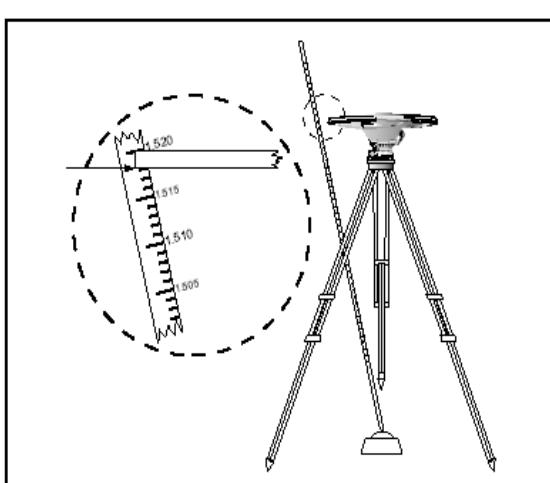


นอกจากนี้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมยังสามารถทำงานร่วมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีฐาน และสถานีเคลื่อนที่

เสาอากาศ

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม 5700 โดยปกติใช้กับเสาอากาศรุ่น Zephyr หรือ Zephyr Geodetic ซึ่งออกแบบมาใช้งานกับ GPS5700 โดยเฉพาะ

ซึ่งในการวัดความสูงนั้น : รุ่น Zephyr ให้ทำการวัดที่ด้านบนของรอยบาก
: รุ่น Zephyr Geodetic ให้ทำการวัดที่ด้านล่างของรอยบาก (แสดงดังรูป)



รูปแบบที่โดยระบบดาวเทียม

ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมในการทำงานรูปแบบ Rapid Static หรือ Static

- ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตั้งรูป

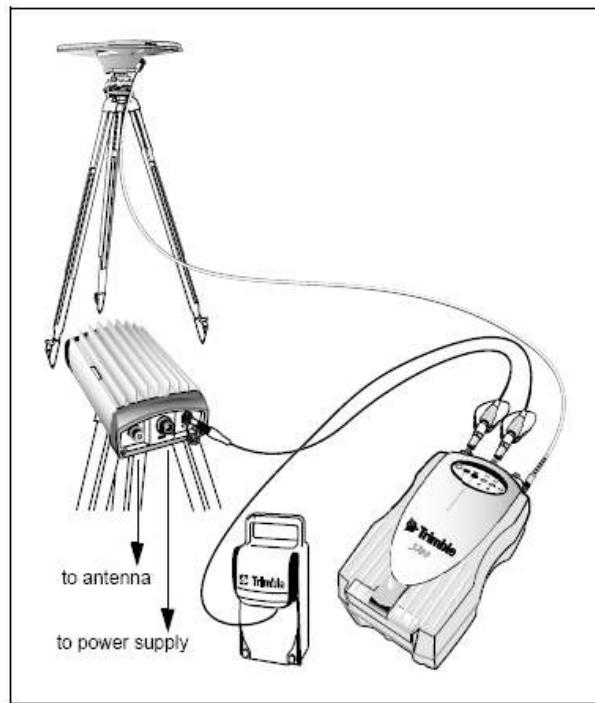


- ตรวจสอบว่าได้ทำการใส่แผ่น CF การ์ดไว้ในตัวเครื่องรับสัญญาณแล้วหรือไม่
- ทำการขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งดังนี้
 - ควบคุมโดยใช้ Controller ให้ดูขั้นตอนการใช้งานที่คู่มือของการใช้งานเครื่องควบคุมการรับสัญญาณดาวเทียม
 - กดที่ปุ่ม กำหนดเวลาให้เครื่องทำการรับสัญญาณดาวเทียม จนกระทั่งไฟสีแดงของ SV Tracking ทำการกระพริบช้าๆ
- ที่ตัวเครื่องรับสัญญาณทำการกดปุ่ม เพื่อทำการเริ่มต้นบันทึกสัญญาณดาวเทียม สำหรับการตั้งค่าที่ต้องการ ไฟสีส้มอยู่บน LED ที่ Logging/ Memory LED จะติดขึ้นมา แสดงว่าเริ่มมีการบันทึกแล้ว
- ในการทำงานในรูปแบบ Fast Static ถ้าข้อมูลที่ทำการบันทึกเพียงพอต่อการประมาณผลแล้ว ไฟสีส้มอยู่บน LED จะกระพริบช้าๆ
- เมื่อมีการเก็บข้อมูลระยะเวลาเพียงพอต่อรูปแบบการทำงานแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม ค้างไว้ประมาณ 2 วินาที เพื่อทำการหยุดการบันทึก
- และกดปุ่ม ค้างไว้ประมาณ 2 วินาที เพื่อทำการปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมในการทำงานรูปแบบ RTK

การติดตั้งอุปกรณ์ที่ Base Station

- ทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป

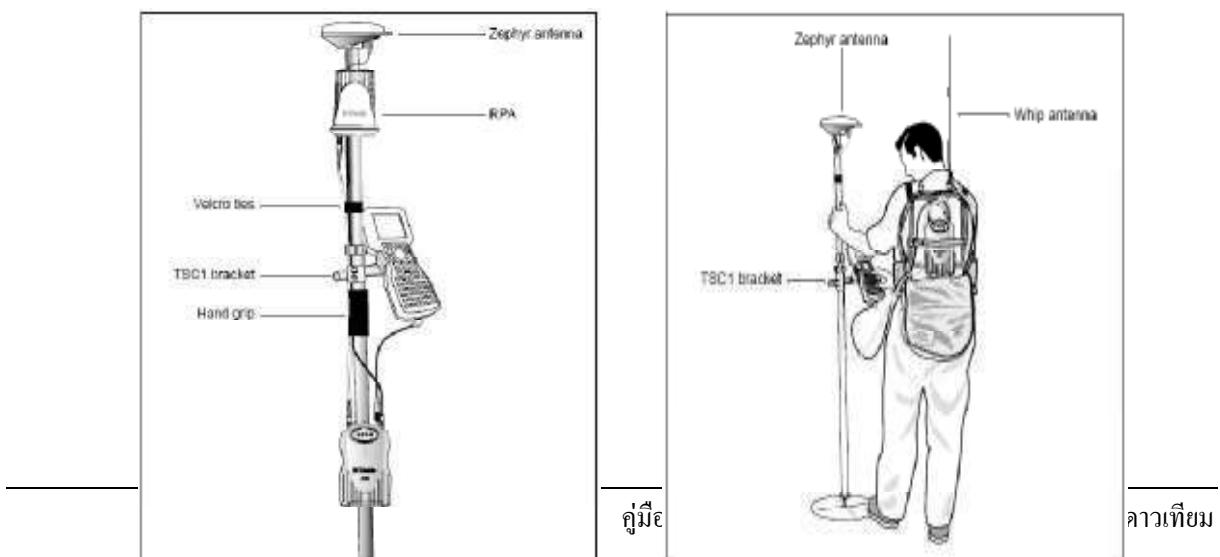


ที่พอร์ต 2 ทำการต่อ กับแบตเตอรี่ภายนอก, ที่พอร์ต 3 ทำการต่อ กับวิทยุภายนอก

- ที่พอร์ต 1 ทำการต่อ กับ Controller เพื่อใช้ควบคุมและตั้งค่าพารามิเตอร์ของสถานีหลัก

การติดตั้งอุปกรณ์ที่ Rover

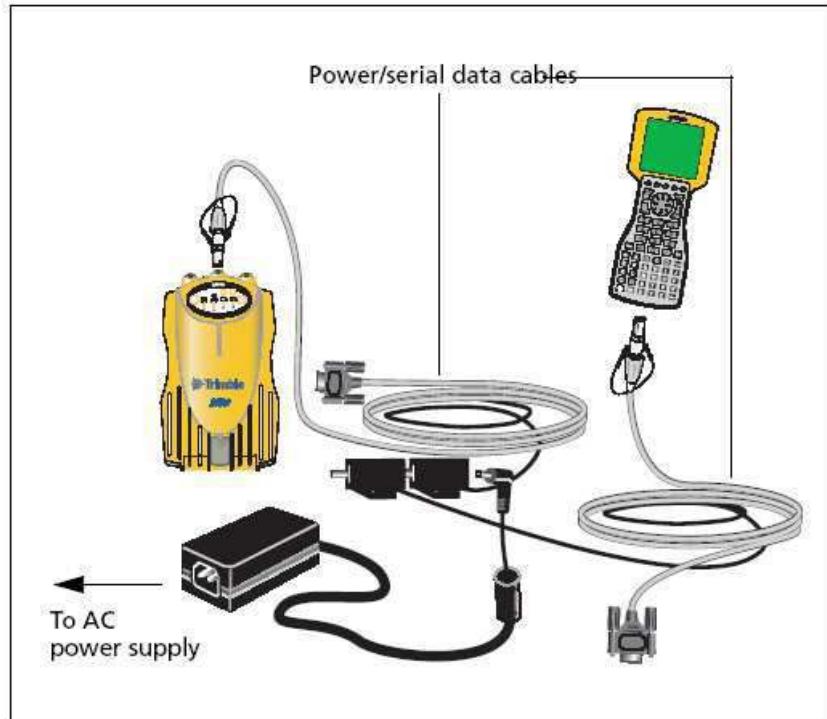
- ทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป อาจ จะทำการติดตั้งที่โพล หรือทำการติดตั้งที่กรวยเป้า Back pack ก็ได้



2. ใช้เครื่อง controller ในการควบคุมการทำงานของ Rover
3. ในกรณีที่จะทำการรังวัดแบบ RTK ให้ผู้ใช้งานทำการตรวจสอบระบบวิทยุในการส่งค่า ปรับแก้ระหว่างที่สถานีหลัก และสถานีเคลื่อนที่ ว่าถูกต้องหรือไม่
 - เริ่มตั้งสถานีเคลื่อนที่ให้ห่างจากสถานีหลักประมาณ 100-200 เมตร
 - ทำการตรวจสอบว่าที่สถานีเคลื่อนที่ได้มีการรับสัญญาณวิทยุส่งค่าจากสถานีหลัก หรือไม่
 - ถ้าไม่ได้รับค่าแก้จากสถานีหลัก ให้ทำการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ของระบบวิทยุ ทั้งที่ตัวสถานีหลัก และสถานีเคลื่อนที่ ว่าได้ตั้งไว้ตรงกันหรือไม่

การติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ TRIMBLE 5700 เป็นสถานีฐานเพื่อการทำงานแบบ RTK

1. ติดตั้งเสาอากาศ Zephyr บน ground mask และทำการติดตั้งบนขาตั้งชนิดสามขา และ ใช้งานร่วมกับ Tribrach และ Tribrach adaptor
2. ใช้ตัวแขวนสำหรับเครื่องรับสัญญาณ 5700 (Tripod clip: Part number 43961) ติดตั้งที่ ขาตั้งชนิดสามขา
3. ใช้สายเคเบิลสำหรับเสาอากาศ GPS สีเหลือง (Part number 41300-10) เชื่อมต่อ ระหว่างเสาอากาศ Zephyr และพอร์ตสีเหลืองที่ติดป้าย GPS ที่เครื่องรับสัญญาณ
4. ทำการรวม และติดตั้งเสาอากาศวิทยุ
5. ทำการเชื่อมต่อเสาอากาศวิทยุกับวิทยุโดยการใช้สายเคเบิลที่มากับเสาอากาศ
6. เชื่อมต่อเครื่องรับสัญญาณ GPS กับตัววิทยุที่พอร์ต 3
7. ถ้ามีการใช้พลังงานภายนอก ให้ต่อแหล่งจ่ายพลังงานด้วย O-shell Lemo connection ที่ พอร์ต 2 หรือ 3 ที่เครื่องรับสัญญาณ
8. ต่อเครื่องควบคุม TSC2 กับ เครื่องรับสัญญาณ GPS ที่พอร์ต 1 โดยการใช้สายเคเบิล O- shell Lemo to F 9 pin
9. เปิดเครื่องควบคุม TSC2 จากนั้นปฎิบัติตามคำแนะนำในการเริ่มต้นงานสำรวจที่สถานีฐาน



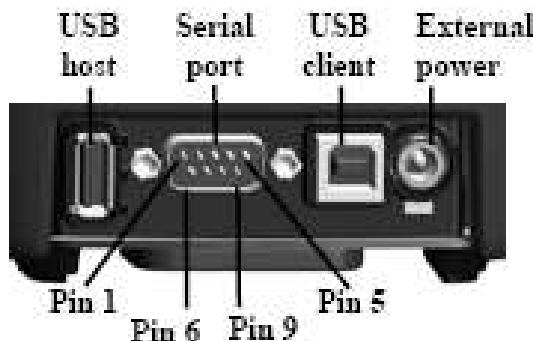
รูปการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS 5700
เพื่อการทำงานแบบ real-time ของสถานีฐาน (Base receiver)

ส่วนประกอบของเครื่องควบคุม TSC2



คู่มือปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม

I/O Ports



นอกจากนี้เครื่องควบคุม TSC2 มีระบบปฏิบัติงานแบบ Windows Mobile ซึ่งใช้งานง่าย และสะดวกโดยเฉพาะผู้ที่เคยใช้คอมพิวเตอร์แล้ว รูปแบบที่นำเสนอในการปฏิบัติงานแบบ Windows Mobile ดังต่อไปนี้:



ในกรณีที่มีสัญลักษณ์นี้ที่เครื่อง TSC2 นั้นหมายความว่าสามารถทำการสื่อสารกับเครื่องมือที่มีระบบ Bluetooth™ ได้



Dialing: เป็นการระบุรหัสโทรศัพท์, รหัสพื้นที่ และหมายเลขที่ต้องการใช้ในการติดต่อสื่อสารได้



Display: เป็นการเปลี่ยนแปลงภาพพื้นหลัง, รูปแบบสี, และการทำหน้าจอสว่างของแสงในการใช้งานในรูปแบบจอสัมผัส



Network and Dial-up Connections: เป็นการทำหน้าจอสำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารของโครงข่าย และการเชื่อมต่อโดยผ่านสายโทรศัพท์



Owner: เพื่อทำการป้อนข้อมูลชื่อ และองค์กรที่เป็นเจ้าของเครื่อง



Password: เพื่อทำการกำหนดรหัสลับให้ระบบ และการเข้าสู่การทำงานของ TSC2



PC Connections: เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์



Power: แสดงระดับพลังงานแบตเตอรี่ และปรับรูปแบบการปิดเครื่องแบบอัตโนมัติ



Regional Settings: เพื่อเปลี่ยนรูปแบบการแสดงจำนวนตัวเลข, ค่าสกุลเงิน, เวลาและวันที่ของ Windows CE รวมถึงหน่วยการวัด (U.S./ Metric)



System: การเข้าสู่ข้อมูลระบบที่ OS และ Hardware เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงสถานที่เก็บข้อมูล, และชื่อที่ใช้เรียกคอมพิวเตอร์



Volume and Sounds: เพื่อเปลี่ยนระบบเสียง, การคลิก และเลื่อน, และการเปลี่ยนรูปแบบเสียงตามเหตุการณ์เฉพาะได้ ๆ

การตรวจสอบ/ดูแลรักษา

แม่เครื่องรับสัญญาณ ดาวเทียม ได้รับการออกแบบเพื่อใช้งานในสถานที่ชุมชน และยังคงทำงานเป็นบริเวณงานสนามส่วนใหญ่ แต่ตัวเครื่องควรได้รับการดูแลรักษาอย่างดี เนื่องจากส่วนประกอบสำคัญของเครื่องคือระบบอิเล็กทรอนิกส์ ฉะนั้นการใช้งานเครื่องรับสัญญาณ GPS ในบริเวณที่มีช่วงอุณหภูมิเกินกว่าที่กำหนดไว้ อาจก่อให้เกิดความเสียหาย หรือทำให้อายุการทำงานของเครื่องสั้นลง นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการใช้งานในที่ที่มีคลื่นความถี่สูง เช่น คลื่นวิทยุ หรือการส่งคลื่นเรดาร์ เพราะจะทำให้แรงจ่ายไฟฟ้าของเครื่องรับสัญญาณถูกครอบคลุมความสามารถในการรับสัญญาณดาวเทียม แต่มันจะไม่ส่งผลเสียหายให้แก่ตัวเครื่องแต่อย่างใด ควรใช้งานในบริเวณที่ห่างจากแหล่งกำเนิดความถี่คลื่นสูงตั้งแต่ 400 เมตรขึ้นไป ยิ่งไปกว่านั้นยังควรหลีกเลี่ยงการใช้งาน หรือการสัมผัสถูกแผลงไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น:

- แหล่งน้ำมันเชื้อเพลิง (อาจเกิดประกายไฟ)
- โทรทัศน์ และจอภาพ
- แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
- เครื่องมือหัมอแปลงไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ผู้ใช้งานเครื่องรับสัญญาณ GPS ควรศึกษาคุณลักษณะเฉพาะเพื่อทราบว่ามาตรฐานของเครื่องรับสัญญาณสามารถรองรับสภาพแวดล้อมการทำงานได้อย่างเหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

การดูแลรักษาเครื่องควบคุม TSC2 ของเครื่องรับสัญญาณ 5700

1. การเพิ่มประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ [Charging the Battery]

ทำการต่อเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Adapter) เข้ากับเครื่องควบคุม (TSC2 Controller) ทำการเพิ่มประจุไฟฟ้าอย่างน้อย 2 ชั่วโมงและต้องทำการเพิ่มประจุไฟฟ้าในช่วง อุณหภูมิระหว่าง 5 ถึง 35 องศาเซลเซียส ในขณะที่ทำการเพิ่มประจุไฟฟ้า ที่หน้าจอแสดงผลจะแสดง สถานะการเพิ่มประจุ แต่อย่างไรก็ตามในขณะที่เพิ่มประจุนี้ผู้ใช้งานสามารถทำการปิดหน้าจอแสดงผลได้ โดยการกดปุ่ม On/ Off

2. การเปลี่ยนแบตเตอรี่ [Changing the Battery]

ขั้นตอนการเปลี่ยนแบตเตอรี่

2.1 เพื่อรักษาข้อมูลที่บันทึกไว้ ก่อนทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ให้ทำการปิดหน้าจอการ ทำงานทั้งหมด และทำการบันทึกข้อมูลไว้ โดยทำการบันทึกข้อมูลไว้ที่ Built-in Storage โดยการใช้ Pre-installed Sprite Backup

2.2 ทำการเปิดเครื่องไว้แล้ว ทำการถอดยางรัดมือจับเครื่องขณะทำงาน (Handstrap) จากช่องบรรจุแบตเตอรี่ดังแสดงในรูป



2.3 ใช้ไขควงคลายสกรูที่ช่องบรรจุแบตเตอรี่เพื่อถอดฝาครอบแบตเตอรี่ออก



2.4 ทำการถอดแบตเตอรี่ออกจากช่องบรรจุ

ข้อควรทราบ: เมื่อต้องการทำการทำเปลี่ยนแบตเตอรี่ ให้ทำการติดต่อตัวแทนจำหน่ายเพื่อดำเนินการ

3. การทำความสะอาดตัวเครื่องภายนอก

เมื่อต้องการทำความสะอาดตัวเครื่องผู้ใช้งานสามารถใช้ผ้าぬ่ำ ชุบน้ำหรือน้ำสบู่ทำความสะอาด จากนั้นใช้มันเป่าฝุ่นละออง ไม่ควรให้ตัวเครื่องสัมผัสกับน้ำโดยตรง

4. การดูแลหน้าจอสัมผัส

ควรระวังการสัมผัสระหว่างจơ และสารที่มีความสามารถในการกัดกร่อน เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายได้ เมื่อต้องการทำความสะอาดใช้เพียงผ้าぬ่ำ กับน้ำสะอาด หรือน้ำยาเช็ดกระจก ไม่ควรใช้น้ำยาทำความสะอาดใด ๆ เช็ดทิ้งน้ำจากโดยตรง

5. การติดตั้งแผ่นป้องกันหน้าจอแสดงผล

ก่อนทำการติดตั้งให้ทำความสะอาดหน้าจอ ก่อนแล้วนำแผ่นป้องกันจอติดทิ้งน้ำจากจากนั้นใช้แผ่นพลาสติกรีดไล่ฟองอากาศออก

6. ช่วงอุณหภูมิการทำงาน

ถึงแม้ว่าเครื่องควบคุม TSC2 จะได้รับการออกแบบเพื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมที่สมบุกสมบัน แต่ผู้ใช้งานควรระมัดระวังไม่ให้เครื่องสัมผัสกับแสงแดดโดยตรงเป็นระยะเวลานาน ๆ

	อุณหภูมิต่ำ	อุณหภูมิสูง
ช่วงอุณหภูมิการทำงาน	-30 องศาเซลเซียส	60 องศาเซลเซียส
ช่วงอุณหภูมิการเก็บรักษา	-25 องศาเซลเซียส	60 องศาเซลเซียส

7. ความสั่นสะเทือน

เครื่องควบคุม TSC2 ได้รับการออกแบบเพื่อป้องกันการตกรางแกកที่ระยะสูงจากที่นั่น 122 เซนติเมตร

8. กันน้ำ

เครื่องควบคุม TSC2 สามารถกันน้ำได้ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุเครื่องตกน้ำ แต่ผู้ใช้งานควรระวังมัดระวังในกรณีที่มีการเปลี่ยนแบตเตอรี่ว่าได้ทำการขันสกรู และปิดฝาครอบแบตเตอรี่สนิท เพราะอาจเป็นสาเหตุของการร้าวซึมได้

ความปลอดภัยในการใช้เครื่อง TSC2

1. แบตเตอรี่

- เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดประกายไฟ ไม่ควรทำการเปล่ง เจาะทำลายแบตเตอรี่
- เมื่อแบตเตอรี่เสื่อม และเกิดการร้าวซึมควรทำการถือแบตเตอรี่อย่างระมัดระวัง เนื่องจากสารเคมีจากแบตเตอรี่อาจทำให้เกิดแพลงผุพองที่ผิวนะได้ ถ้ากรณีที่เกิดการสัมผัสร้าวซึมด้วยสบู่และน้ำทันที ในกรณีที่เข้าตาให้ล้างตาในน้ำประมาณ 15 นาทีจากนั้นควรพบแพทย์ในทันที
- เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ไม่ควรวางแบตเตอรี่ไว้กลางแจ้งที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส

- เมื่อทำการเพิ่มประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ ถูมหกมิแวดล้อมไม่ควรตั้งเวลาที่มากกว่า 0 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส

2. สายไฟ และเครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ [Power Cords & Adaptors]

เมื่อทำการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับต้องพิจารณาสายไฟให้เหมาะสมกับภูมิภาคที่ใช้งาน

ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม Trimble5700 สำหรับงาน VRS

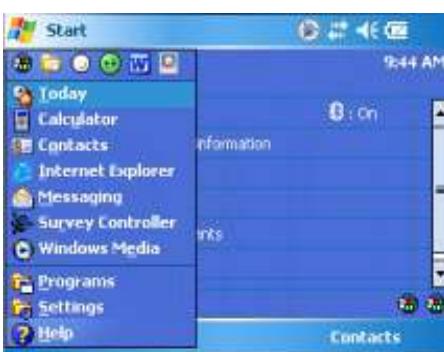
การเชื่อมต่อ TSC2 กับ Mobile Phone ผ่านช่องทาง Bluetooth

Mobile Phone ที่แนะนำคือ Sony Ericsson รุ่นที่มี Modem ในตัว เช่น K510 K700 K750i W810

K810i



หน้าจอ TSC2



เลือกที่ Start

เลือก Settings





เลือก - Turn on Bluetooth

- Make this device
discoverable to device

การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Bluetooth สำหรับ Mobile Phone

- เปิด Bluetooth



เลือก Setting \Rightarrow Bluetooth \Rightarrow Turn on

- ตั้งค่าชื่อของ Mobile Phone



เลือก Options \Rightarrow Phone name \Rightarrow ใส่ชื่อ (ไม่ควรซื้อข้ากับเครื่องอื่น)



ที่หน้าจอ Devices

เลือก New Partnership

เพื่อค้นหา Mobile Phone



จะพบชื่อ Mobile Phone

คลิกชื่อ Mobile Phone ที่ต้องการ
จากนั้นเลือก Next



จะปรากฏหน้าจอให้ใส่ Passkey ให้พิมพ์ตัวเลขเช่น 1234 จากนั้นเลือก Next



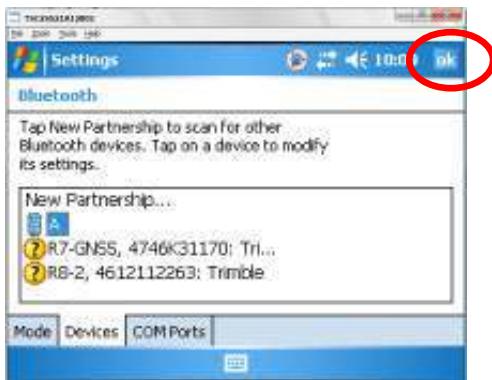
TSC2 จะทำการ pair Bluetooth กับMobile Phone

โดย Mobile Phone จะปรากฏหน้าจอให้ใส่ Key
ให้กรอก Key ที่ตั้งไว้ จากนั้นเลือกยืนยัน



เลือก Dialup Networking

จากนั้นเลือก Finish



เลือก OK เพื่อยืนยันการใช้งาน

- สร้าง Dialup profile

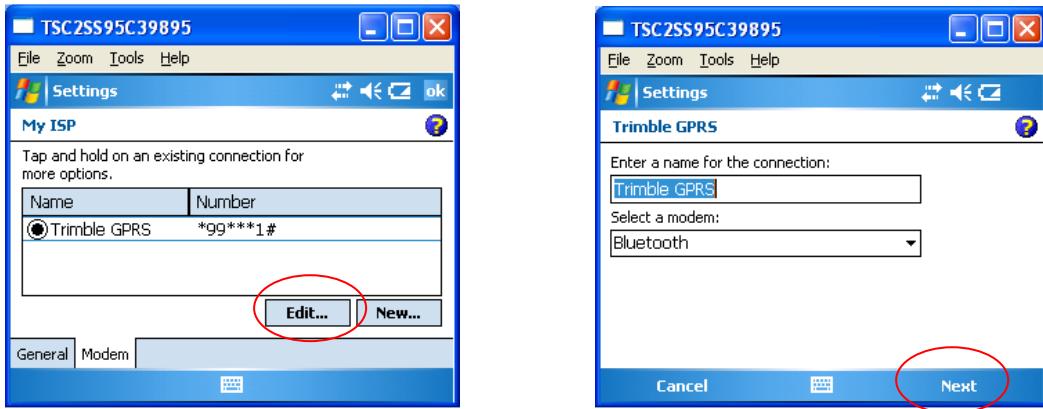


เลือก Connections



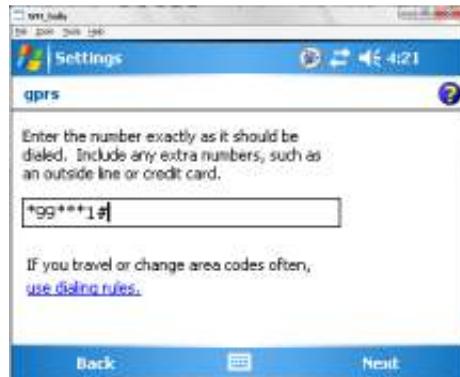
ที่ My Work Network

เลือก Manage Existing Connections



เลือก Mobile Phone

ที่ได้ทำการ pair Bluetooth ไว้
จากนั้นเลือก Next



กำหนดหมายเลขการเชื่อมต่อ GPRS

โดยใช้ *99***1#



ไม่ต้องใส่

User name

Password

Domain

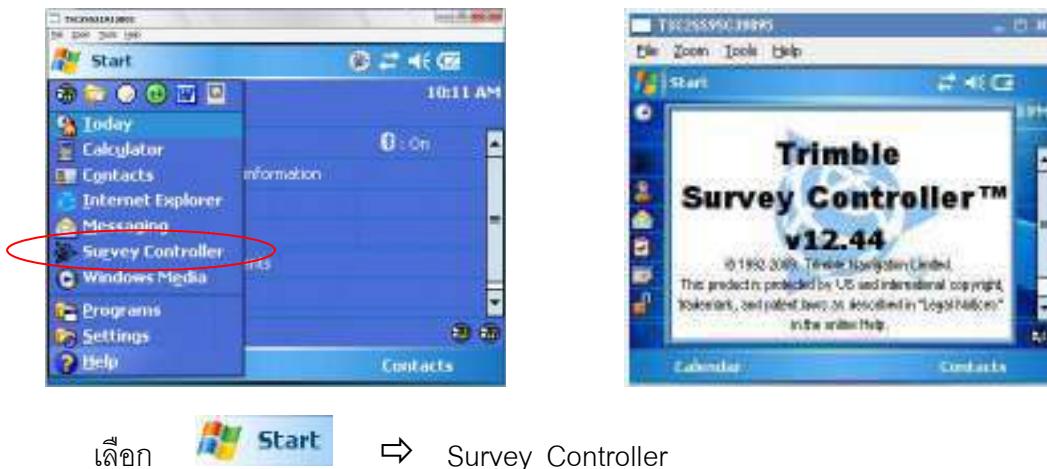
เลือก Finish



จะกลับมาสู่หน้าจอ Connection

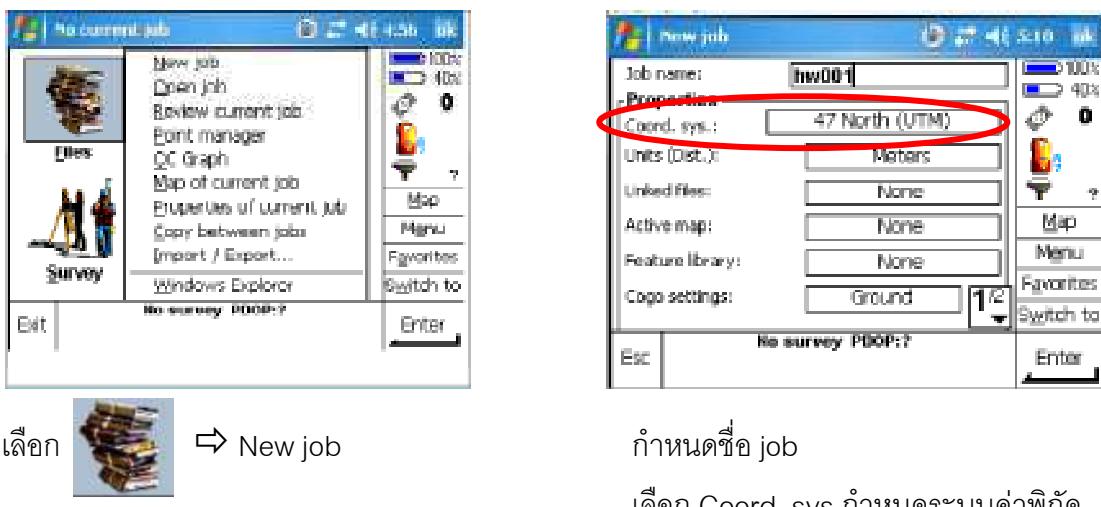
เลือก ok เพื่อยืนยัน

การใช้งาน Trimble Survey Controller



เลือก → Survey Controller

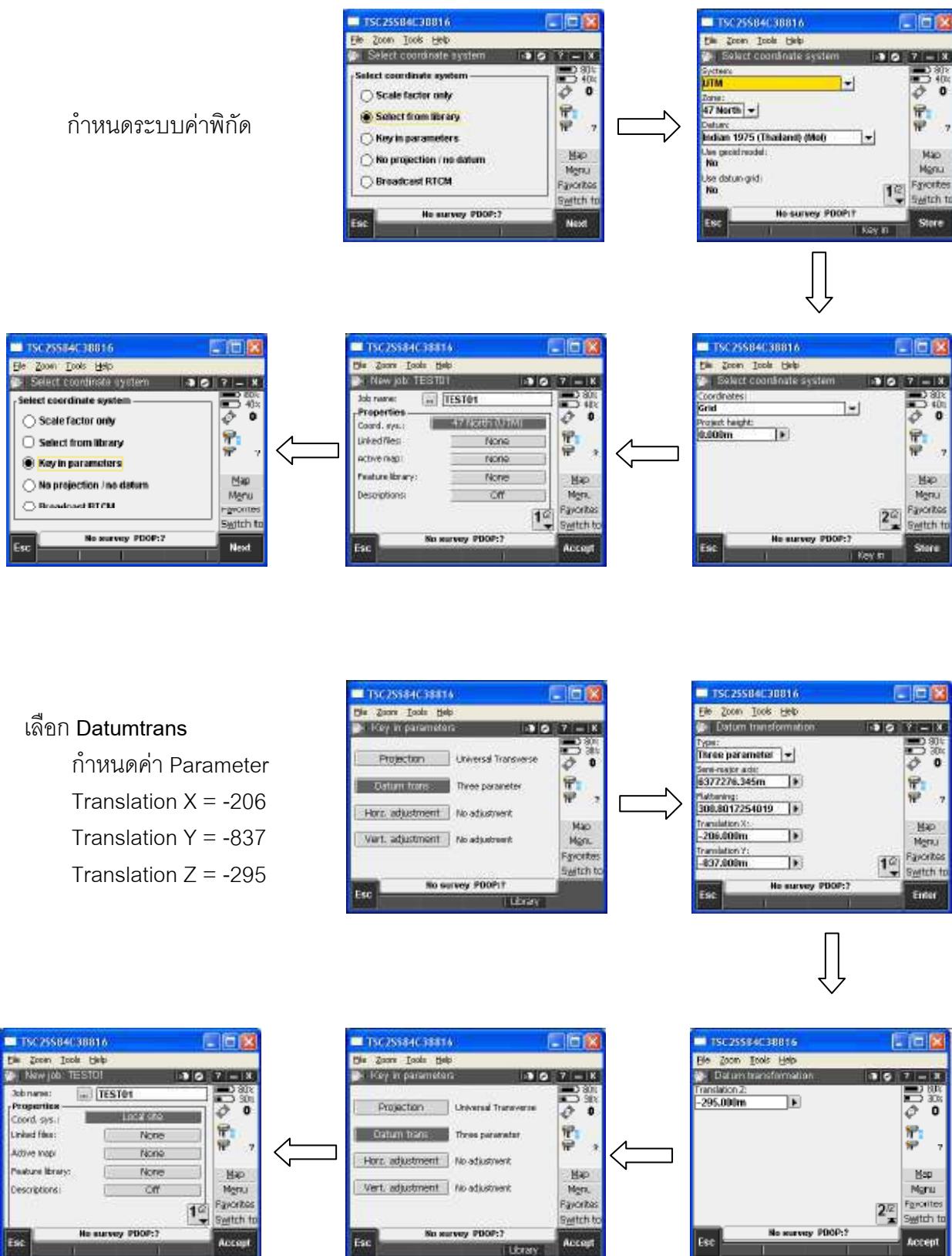
● การสร้าง JOB การทำงาน



กำหนดชื่อ job

เลือก Coor sys กำหนดระบบค่าพิกัด

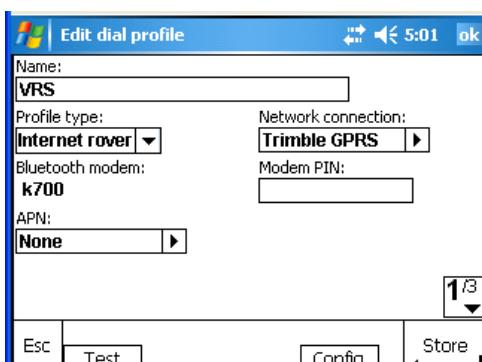
กำหนดระบบค่าพิกัด



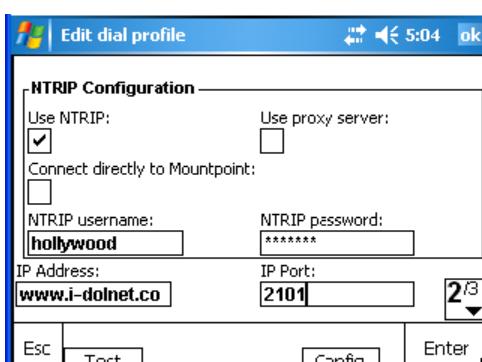
● การสร้าง Dial Profile



เลือก New เพื่อสร้าง Dial profile



กำหนดการตั้งค่าข้อมูลดังภาพ



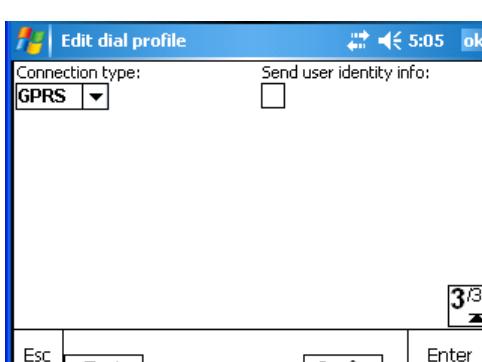
กำหนด

NTRIP username:

NTRIP password:

IP Address: www.i-dolnet.com

IP Port: 2101



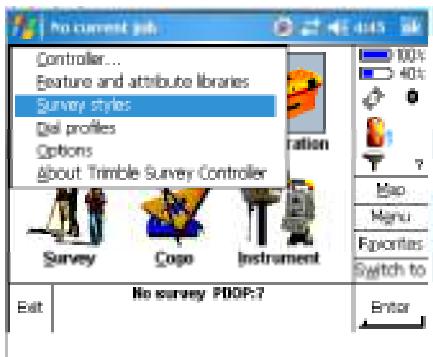
Connection type: GPRS

จากนั้นเลือก Store

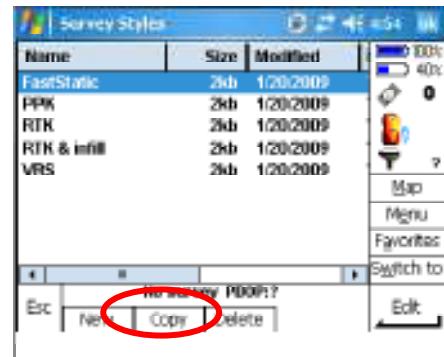


เลือก Accept ที่ VRS Dial profile

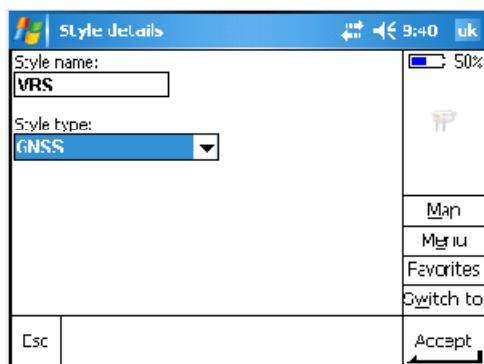
● การสร้าง VRS Survey Style



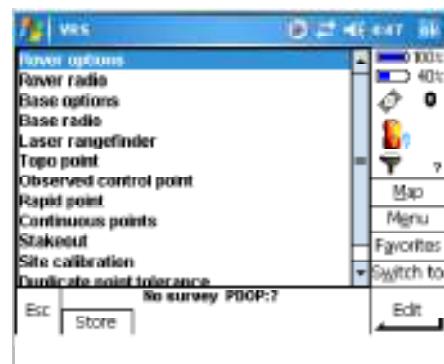
เลือก Survey styles



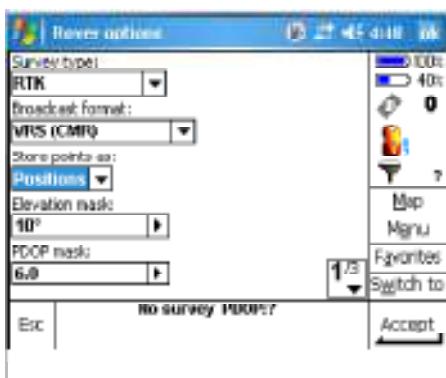
เลือก New เพื่อสร้าง VRS Survey Style



Style name :VRS, Style type: GNSS



ที่ Rover options เลือก Edit



Survey type : RTK

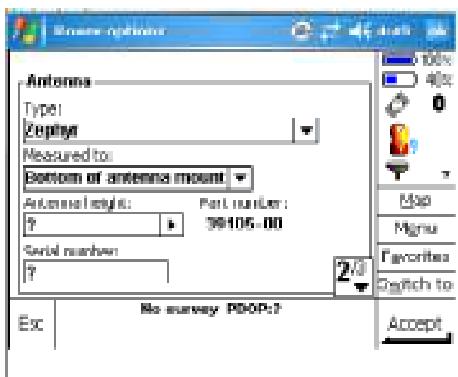
Broadcast format: VRS(CMR)

Store points as: Positions

Elevation mask : 10

PDOP mask: 6.0

จากนั้นเลือก

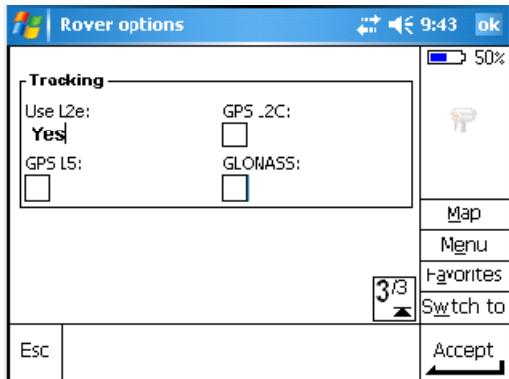


Antenna Type: Zephyr

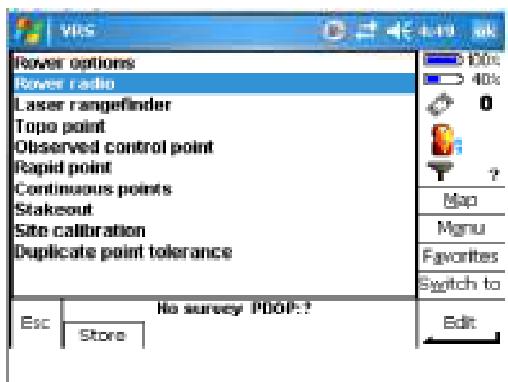
Measured to:

Bottom of antenna mount

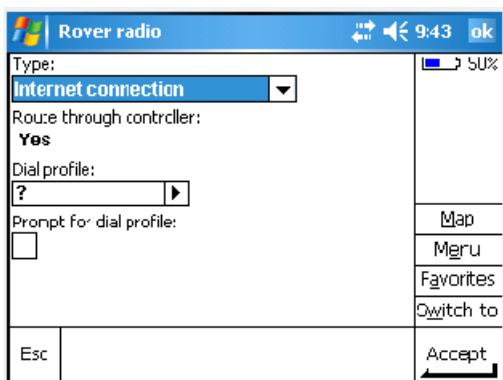
จากนั้นเลือก



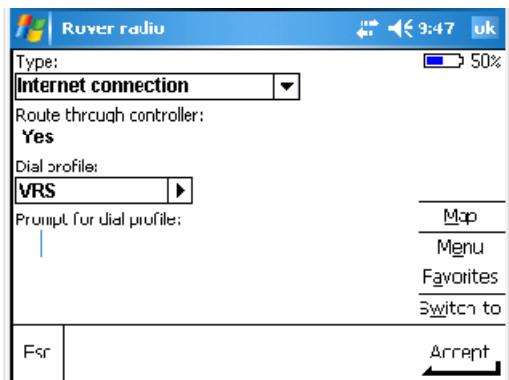
เลือก Accept



เลือก Rover radio → Edit

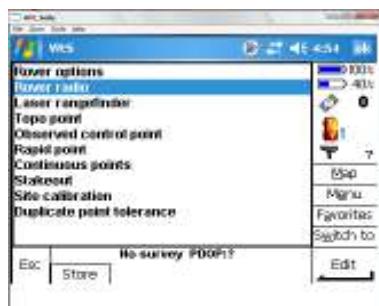


Type :
Internet connection
Route through controller:
Yes
ที่ Dial profile: ▶



เลือก Dial Profile ที่ตั้งค่าไว้ (VRS)

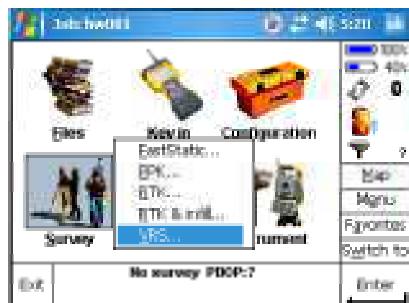
เลือก Accept



เลือก Store

เพื่อบันทึก VRS Survey Style

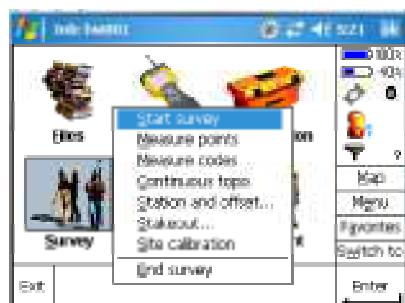
- การรังวัดด้วย VRS Style



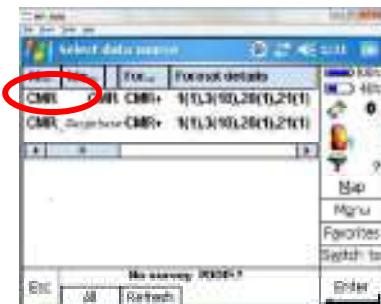
เลือก ⇒ VRS

*** หาก TSC2 สามารถเข้ามาร่วมต่อ กับ

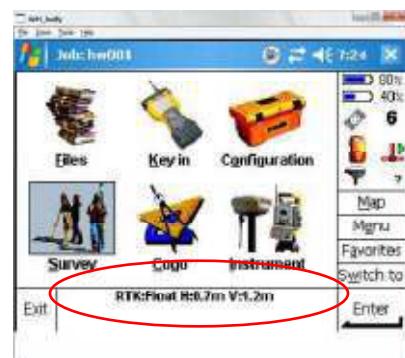
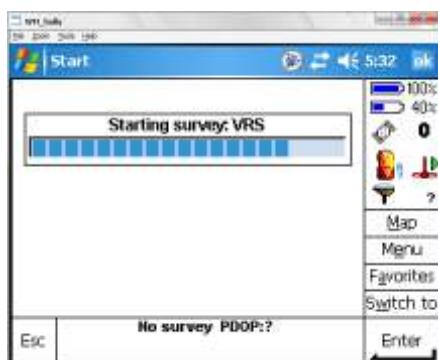
5700 จะปรากฏ ภาพ



เลือก Start Survey



เลือก CMR



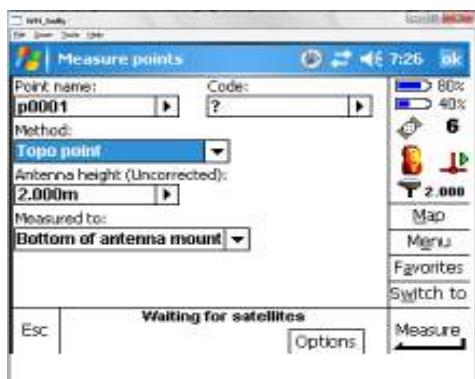
เริ่มเข้ามาร่วมต่อเพื่อรับข้อมูล VRS สำหรับความ

RTK:Float→ **RTK:Fixed**

แสดงว่า ค่าพิกัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ เช่นติเมตร จึงเริ่มรังวัดข้อมูล



เลือก Measure point



Point name:

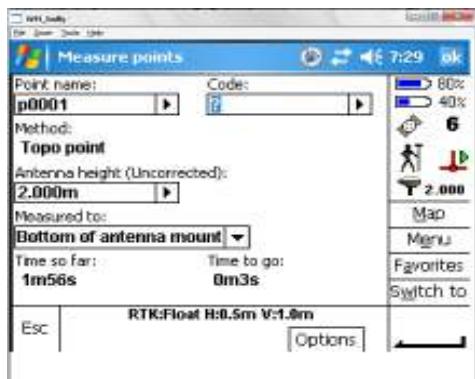
Method: Topo point

Antenna height:

Measured to :

Bottom of antenna mount

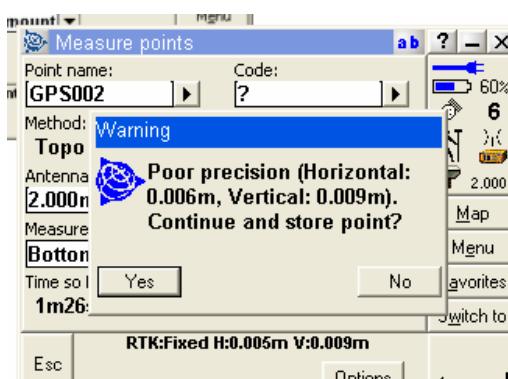
จากนั้นเลือก



เครื่องจะทำการรังวัดข้อมูล

จนกว่าทั้ง Time to go = 0

จะปรากฏปุ่ม

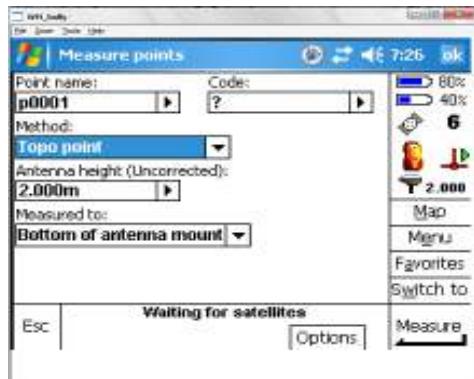


หากค่าพิกัดที่รังวัดมีค่าความละเอียด

มากกว่าที่กำหนดไว้จะปรากฏ

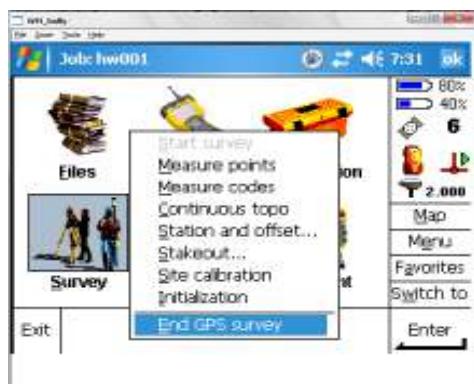
หน้าจอตั้งภาพ

หากยอมรับให้เลือก Yes



- รังวัดจุดต่อไป เลือก Measure

- จบการท างาน เลือก ESC



หยุดการเชื่อมต่อ VRS

เลือก



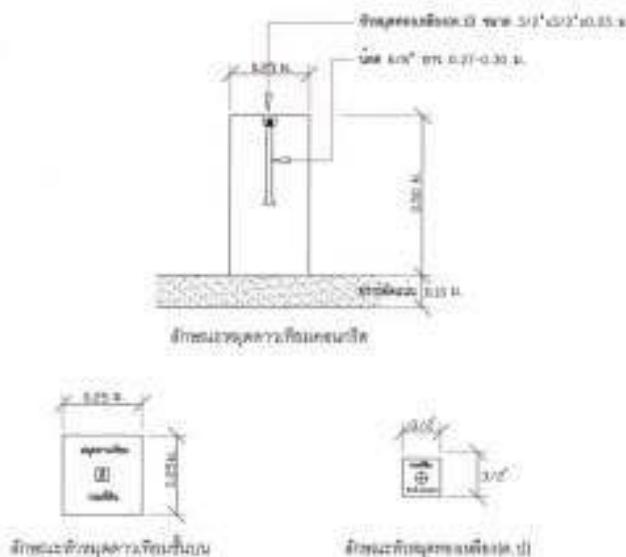
→ End GPS survey

แบบหมุดดาวเทียม

หมุดดาวเทียมที่เจ้าหน้าที่ จะต้องดำเนินการสร้างในภาคสนามเพื่อใช้ปฏิบัติงานรังวัด
หมุดหลักฐานแผนที่ มี 2 แบบ ได้แก่

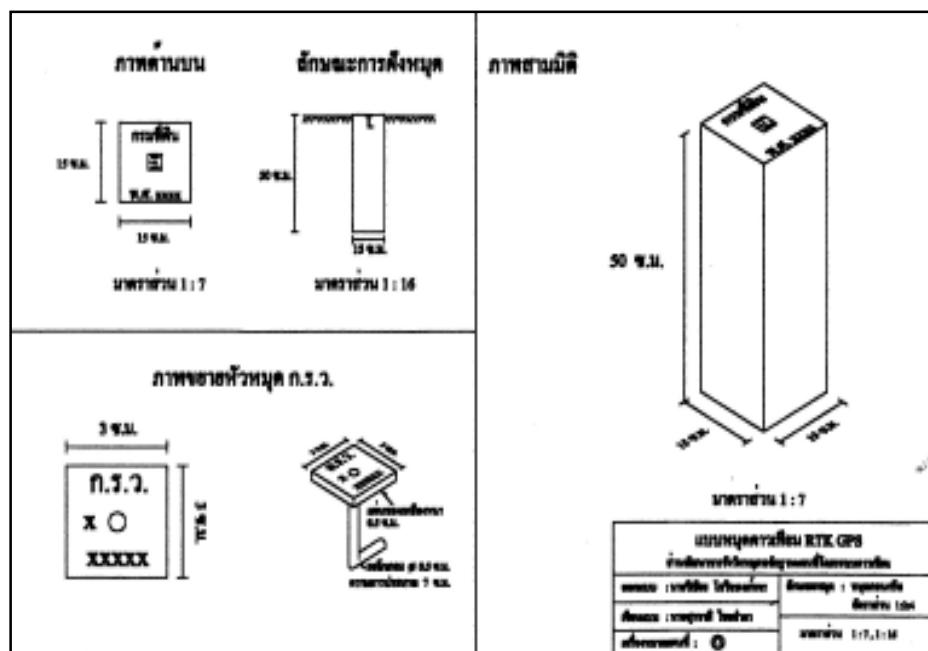
แบบหมุดดาวเทียม STATIC

เป็นหมุดคอนกรีต มีขนาด $0.25 \times 0.25 \times 0.50$ เมตร ฝังหัวหมุดดาวเทียมและเขียนคำว่า
“หมุดดาวเทียม กรมที่ดิน” ดังรูป



แบบหมุดดาวเทียม RAPID STATIC และ RTK

เป็นหมุดคอนกรีต ขนาด $0.15 \times 0.15 \times 0.50$ เมตร ดังรูป



การคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม

การส่งข้อมูลหมุดดาวเทียมเพื่อคำนวณค่าพิกัดหมุดดาวเทียม แบบ RAPID STATIC

1. ในกรณีที่ต้องขออนุมัติระยะของคู่หมุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

หลักฐานการรังวัดต่างๆ และไฟล์ข้อมูลที่ผู้กำหนดการรังวัดจะต้องส่งให้ สพ.2 ประกอบด้วย

1.1 บันทึกขออนุมัติระยะของคู่หมุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ไฟล์ข้อมูลของการรับสัญญาณดาวเทียม (Raw Data)

1.3 Field Sheet ที่แสดงข้อมูลครบถ้วน

1.4 ไฟล์ Database (ไฟล์ excel หัวสีชมพู) ที่มีข้อมูลครบถ้วน ยกเว้นเฉพาะช่องค่า

พิกัด (N,E)

1.5 แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (รพ.33) , รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (รพ.34) และ

รายการรังวัดมุ่งและระยะ (EDM 1)

เมื่อ สพ. 2 พิจารณาระยะของคู่หมุด และส่งข้อมูลตามข้อ 2, 3, 4 เพื่อทำการคำนวณค่าพิกัด เมื่อคำนวณเสร็จ และพิจารณาผลการคำนวณแล้ว หากต้องมีการรับสัญญาณดาวเทียมใหม่ กลุ่มงาน คำนวณค่าพิกัด จะแจ้ง ให้ผู้กำหนดการรังวัดประสานงานรับสัญญาณดาวเทียมใหม่ ในนามต่อไป ส่วนค่า พิกัดที่ใช้ได้ จะเสนอ ผอ.สพ. อนุมัติใช้ในราชการ เมื่อได้อนุมัติแล้ว จะต้องนำค่าพิกัดไปเพิ่มในไฟล์ Database ตามข้อ 4 เสร็จแล้วส่ง e-mail ไฟล์ Database เพื่อนำไปจัดทำใบสรุปหน้าหมุด RAPID STATIC ต่อไป ส่วนไฟล์ที่จะต้องส่งให้สพ.2 คือ ไฟล์ Used และ ไฟล์ Database พร้อมทั้ง Hard copy

2. ในกรณีที่ไม่ต้องขออนุมัติระยะของคู่หมุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

หลักฐานการรังวัดต่างๆ และไฟล์ข้อมูลที่ผู้กำหนดการรังวัดจะต้องส่งให้ สพ. 2 ประกอบด้วย

2.1 ไฟล์ข้อมูลของการรับสัญญาณดาวเทียม (Raw Data)

2.2 Field Sheet ที่แสดงข้อมูลครบถ้วน

2.3 ไฟล์ Database (ไฟล์ excel หัวสีชมพู) ที่มีข้อมูลครบถ้วน ยกเว้นเฉพาะช่องค่า

พิกัด (N,E)

2.4 แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (รพ.33) , รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (รพ.34) และ รายการรังวัดมุ่งและระยะ (EDM 1)

หลังจากนั้น สพ. 2 จะทำการคำนวณค่าพิกัด เมื่อคำนวณเสร็จ และพิจารณาผลการคำนวณแล้ว ถ้าต้องมีการรับสัญญาณดาวเทียมใหม่ จะแจ้ง ให้ผู้กำหนดการรังวัดประสานงานรับสัญญาณดาวเทียมใหม่ ในนามต่อไป ส่วนค่าพิกัดที่ใช้ได้ จะเสนอ ผอ.สพ. อนุมัติใช้ในราชการ เมื่ออนุมัติแล้ว จะต้องนำค่าพิกัด ไปเพิ่มในไฟล์ Database ตามข้อ 4 เสร็จแล้วส่ง e-mail ไฟล์ Database เพื่อนำไปจัดทำใบสรุปหน้าหมุด

RAPID STATIC ต่อไป ส่วนไฟล์ที่จะต้องส่งให้ สพ. 2 คือ ไฟล์ Used และ ไฟล์ Database พร้อมทั้ง Hard copy

การส่งข้อมูลเพื่อขออนุมัติค่าพิกัดหมุดดาวเทียม แบบ RTK

1. ในกรณีที่ต้องขออนุมัติระยะของคู่หมุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

หลักฐานการรังวัดต่างๆ และไฟล์ข้อมูลที่ผู้กำหนดการรังวัดจะต้องส่งให้ สพ.2 ประกอบด้วย

1.1 บันทึกขออนุมัติระยะของคู่หมุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ไฟล์ Database (ไฟล์ excel หัวสีชมพู) ที่มีข้อมูลครบถ้วน , ไฟล์ Used

1.3 ใบสรุปหน้าหมุด RTK , แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (รพ.33), รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (รพ.34) และรายการรังวัดหมุนและระยะ (EDM 1)

เมื่อ สพ. 2 พิจารณาระยะของคู่หมุด และส่งข้อมูลตามข้อ 2 เพื่อเสนอ ผอ.สพ. อนุมัติใช้ในราชการ เมื่ออนุมัติแล้ว ต้องส่งไฟล์ Used และ ไฟล์ Database พร้อมทั้ง Hard copy ให้สพ.2

2. ในกรณีที่ไม่ต้องขออนุมัติระยะของคู่หมุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

หลักฐานการรังวัดต่างๆ และไฟล์ข้อมูลที่ผู้กำหนดการรังวัดจะต้องส่งให้ สพ.2 ประกอบด้วย

2.1 ไฟล์ Database (ไฟล์ excel หัวสีชมพู) ที่มีข้อมูลครบถ้วน , ใบสรุปหน้าหมุด RTK ,

ไฟล์ Used

2.2 แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (รพ.33), รายการรังวัดหมุดดาวเทียม(รพ.34) และ รายการรังวัดหมุนและระยะ (EDM 1)

หลังจากนั้น สพ.2 เสนอ ผอ.สพ. อนุมัติใช้ในราชการ เมื่ออนุมัติแล้ว จะต้องส่งไฟล์ Used และ ไฟล์ Database พร้อมทั้ง Hard copy ให้สพ.2

การโอนถ่ายข้อมูล Trimble Data Transfer

การโอนถ่ายข้อมูลจากการรับสัญญาณเพื่อนำมาใช้งาน มีขั้นตอน ดังนี้

1. ให้ผู้ใช้งานทำการลงแผ่นโปรแกรม CD GPS5700 ก่อน ซึ่งจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้จักกับ อุปกรณ์เครื่องมือ GPS และต้องทำการลงแผ่นโปรแกรม CD Controller เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้จัก กับอุปกรณ์ก่อน ในกรณีที่ไม่มีการลงโปรแกรม Driver ก่อนอาจจะเกิดปัญหาในการโอนถ่ายได้

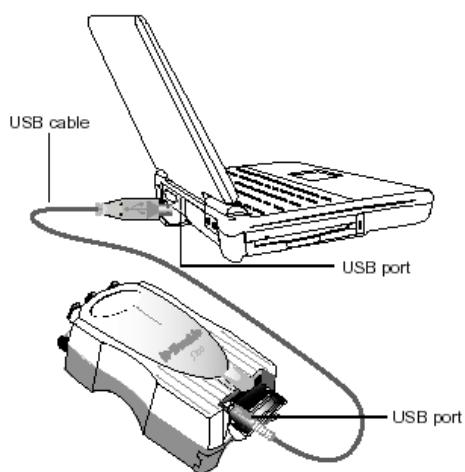
2. รูปแบบในการโอนถ่ายข้อมูลจะต้องทำการโอนถ่ายผ่านโปรแกรม Trimble Data Transfer ซึ่งมี อยู่ 3 รูปแบบหลักๆ ได้แก่

- การโอนถ่ายข้อมูลโดยตรงจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยผ่านทางช่อง USB port
- การโอนถ่ายข้อมูลโดยตลอด Compact Flash card แล้วทำการอ่านข้อมูลผ่าน card reader

- การโอนถ่ายข้อมูลโดยผ่าน Controller โดยใช้สาย USB (ในกรณีที่ทำการเก็บข้อมูลในเครื่องควบคุม Controller) ใช้ในการรังวัดในรูปแบบการทำงานแบบ RTK

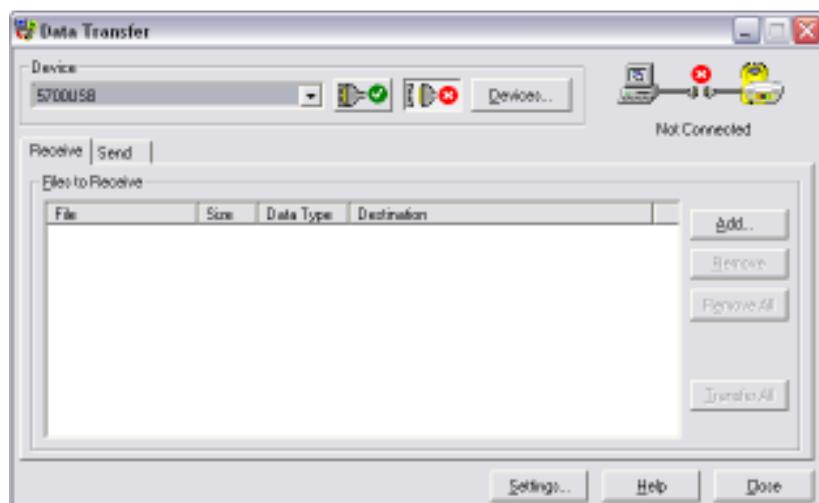
การโอนถ่ายข้อมูลโดยตรงจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยผ่านทางช่อง USB port

3. การโอนถ่ายข้อมูลโดยตรงจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยผ่านทางช่อง USB port ให้ทำการติดตั้งดังรูป

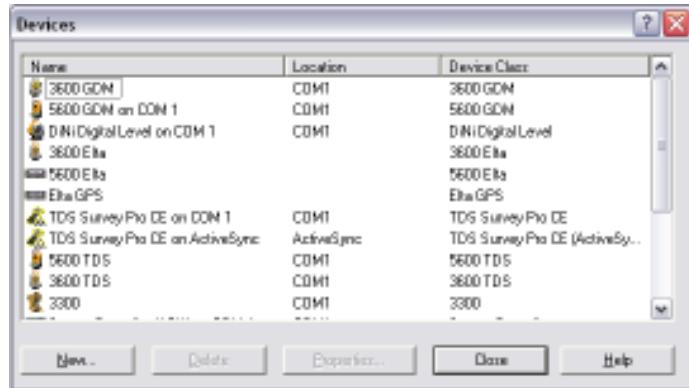


ในขณะที่ทำการโอนถ่ายข้อมูลให้ทำการเปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมด้วย

4. ที่โปรแกรม Trimble Data Transfer จะแสดงหน้าจอดังนี้



5. ในกรณีที่ทำการโอนถ่ายข้อมูลครั้งแรก ต้องทำการตั้งค่าเครื่องมือใหม่ก่อน ให้ทำการเลือกที่ปุ่ม Device จะแสดงรายการดังนี้



6. ให้ทำการเลือกเพิ่มเติมอุปกรณ์ใหม่ โดยกดปุ่ม New และให้ทำการเลือกรายการที่ GPS Receiver (R/5000 Series) แล้วกดปุ่ม OK



7. ที่หน้าจอจะให้ผู้ใช้งานเลือกว่าต้องการโอนถ่ายผ่าน port ใด ให้ทำการเลือกที่ USB port และทำการกดปุ่ม Next และจะมีหน้าจอให้ตั้งชื่อเครื่องมือที่ทำการโอนถ่าย และทำการกด Next 以便จะสามารถสืบสันต่อน จะได้รายชื่อที่ทำการเพิ่มเติมแสดงขึ้นมา



8. ทำการติดตั้งเครื่องมือดังขั้นตอนที่ 3 และทำการเรียกใช้โปรแกรม Trimble Data Transfer โดยทำการเลือกอุปกรณ์ (Device) เป็นชื่อรายการเครื่องมือที่ทำการตั้งค่า จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม Connect เพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่อง GPS ถ้าอุปกรณ์เชื่อมต่อกันได้รูปสัญลักษณ์ที่มุมขวาบน จะแสดงเครื่องหมายถูก

9. จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม Add เพื่อทำการเรียกชื่อไฟล์ที่มีอยู่ในเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม จะมีข้อมูลไฟล์ให้ทำการกดเลือก แล้วกดปุ่ม OK ส่วนที่บรรทัดล่างสุดจะเป็นตำแหน่งที่ผู้ใช้งานต้องการจัดเก็บข้อมูลที่จะทำการโอนถ่าย

10. ทำการโอนถ่ายข้อมูลโดยกดที่ปุ่ม Transfer All ข้อมูลจะทำการส่งไปยังไฟล์เดอร์ที่ต้องการจัดเก็บ เสร็จสิ้นขั้นตอน

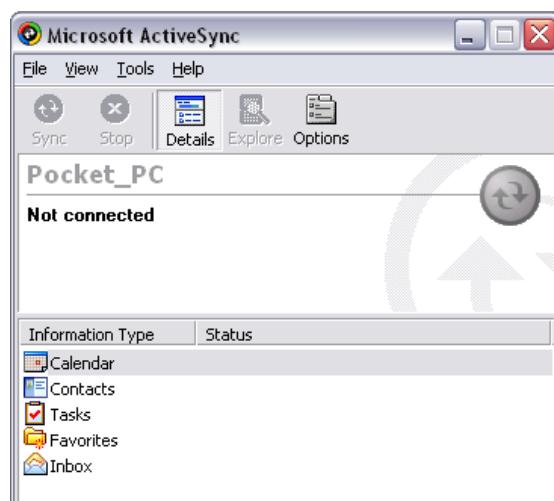
- การโอนถ่ายข้อมูลโดยถอด Compact Flash card แล้วทำการอ่านข้อมูลผ่าน card reader

11. ให้ทำการถอดแผ่น CF card ที่อยู่ในตัวเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมออกมา แล้วต่อเข้ากับ Card reader เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการอ่านไฟล์ใน Card เป็นนามสกุล *.T00, *.T01

12. ให้ทำการคลิกขวา ที่ไฟล์ จะมีคำสั่ง Convert To DAT file ทำการกดเลือก แล้วไฟล์จะทำการเปลี่ยนนามสกุลเป็น *.dat ให้อัตโนมัติ

- การโอนถ่ายข้อมูลโดยใช้ Controller ผ่านสาย Serial DB9 หรือสาย USB

13. ทำการติดตั้ง ให้ทำการตรวจสอบสายสัญญาณและการเชื่อมต่อกันของเครื่อง Controller กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Microsoft ActiveSync ทำการเปิดเครื่อง Controller ถ้ามีการมองเห็นกันระหว่างเครื่องมือ ไฟสัญลักษณ์ของโปรแกรมจะเป็นสีเขียว (โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อกับเครื่องมืออัตโนมัติโดยไม่ต้องกดปุ่มใดๆ)



14. ทำการตั้งค่าตามขั้นตอนที่ 8-10 ทั้งนี้ให้เลือกอุปกรณ์ (Device) เป็น Survey Controller on ActiveSync



ขั้นตอนการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม TGO

ทำการติดตั้งแผ่นโปรแกรม TGO โดยทำการใส่หมายเลข Serial number, Authorization key, Wave base line key, Network adjustment key ให้เรียบร้อย ตามขั้นตอนจนกว่าทั้งเสร็จสิ้น

คุณลักษณะในการทำงานของโปรแกรม TGO มีดังนี้

- สามารถทำการประมวลผลเส้นฐานได้ (Process Baseline)
- สามารถทำการรวมและแก้ไขข้อมูลติดบินการตรวจสอบได้
- สามารถทำการประมวลผลปรับแก้โครงสร้างได้ (Network Adjustment)
- แสดงผลที่หน้าจอได้ 2 รูปแบบคือ Survey view / Plan view
- มีแถบเมนูกราฟิกทางด้านข้างหน้าจอ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- มีการรายงานผลข้อมูลแบบ HTML
- สามารถทำการประมวลผลของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ และเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมได้
- สามารถเลือก, แสดง, แก้ไข ข้อมูลต่างๆได้
- มีรูปแบบ Layer เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลต่างๆได้ง่าย
- สามารถนำเข้า-ส่งออกข้อมูลต่างๆได้หลากหลายรูปแบบ
- สามารถประมวลผลร่วมกับข้อมูลที่ได้จาก GIS data collection ได้
- มีฟังก์ชัน RoadLink / DTMLink ในการแสดงผลและแก้ไขข้อมูลในการออกแบบถนนได้

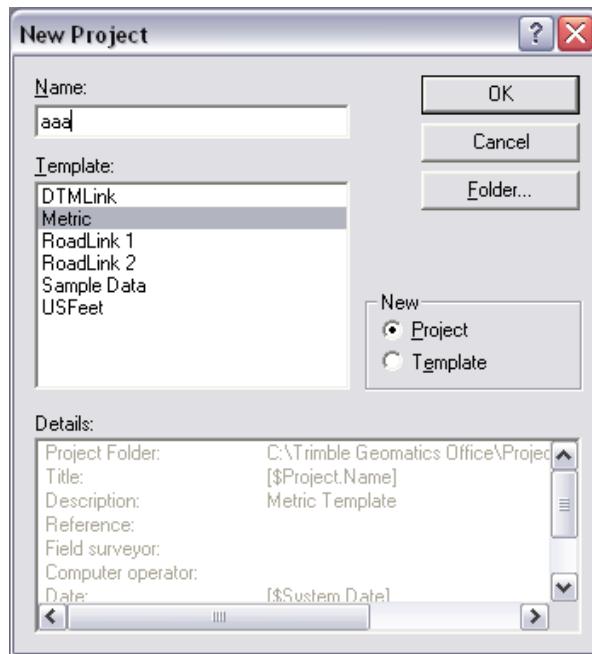
ขั้นตอนการสร้าง Project สำหรับใช้ในการประมวลผล

เมื่อหลังจากการเรียกโปรแกรม TGO มาเปิดใช้งานแล้วให้ผู้ใช้ทำการสร้าง Project เพื่อที่จะใช้เป็นไฟล์งานที่ใช้ประมวลผลข้อมูล มีขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกที่ File → New project หรือเลือกที่รูป



2. ที่หน้าต่าง New project ให้สร้างชื่องาน ทั้งนี้ให้เลือกที่ Template: Metric และให้ทำการ
ยอมรับที่ปุ่ม OK



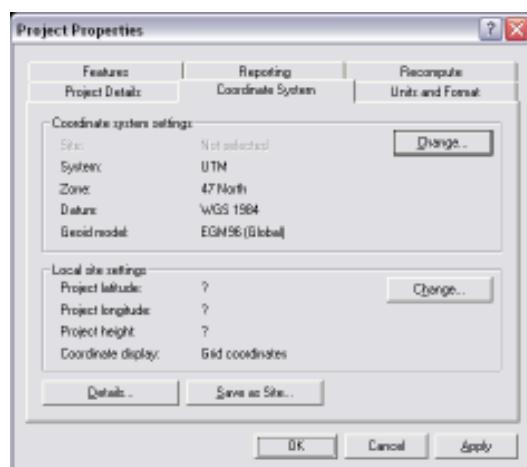
3. หน้าจอจะแสดง project properties ดังรูป ให้ผู้ใช้งานตั้งค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่าง ให้ถูกต้อง
โดยเฉพาะ แบบ Coordinate system ให้กดปุ่ม Change แล้วเลือกดังนี้

Coordinate system group: UTM

Zone: 47/48

Datum: WGS84 / Indian Thailand 1975

Geoid: EGM96



เมื่อตั้งค่าต่างๆเรียบร้อยแล้ว ให้กดยอมรับที่ปุ่ม OK

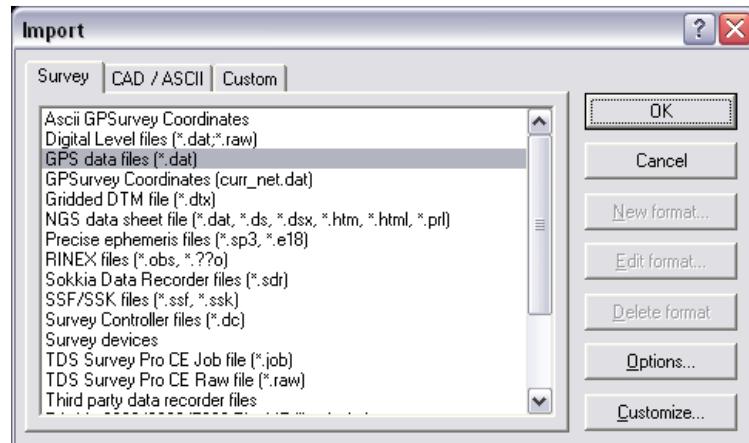
ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล

ข้อมูลหลักที่จะนำเข้าในโปรแกรม TGO มี 3 ประเภทหลัก คือ

- *GPS data file (*.dat)* : เป็นข้อมูลดิบที่ได้จากการบันทึกของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม Trimble มักจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการวังวัดแบบ Static / Kinematic
- *Survey controller file (*.dc)* : เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกโดยใช้ Trimble controller มักจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการวังวัดแบบ RTK
- *RINEX file (*.obs, *.??.o)* : เป็นข้อมูลไฟล์ก่อสร้างของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมทุกยี่ห้อที่สามารถนำมาใช้ประมวลผลร่วมกันได้

ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล มีดังนี้

1. ให้ทำการเลือกที่ File → import และเลือกตามชนิดข้อมูลที่ต้องการนำเข้า จะปรากฏหน้าจอดังนี้ หรืออาจทำการเลือกที่แถบเมนูทางด้านซ้ายมือ เลือก Import และเลือกชนิดข้อมูลที่ต้องการ

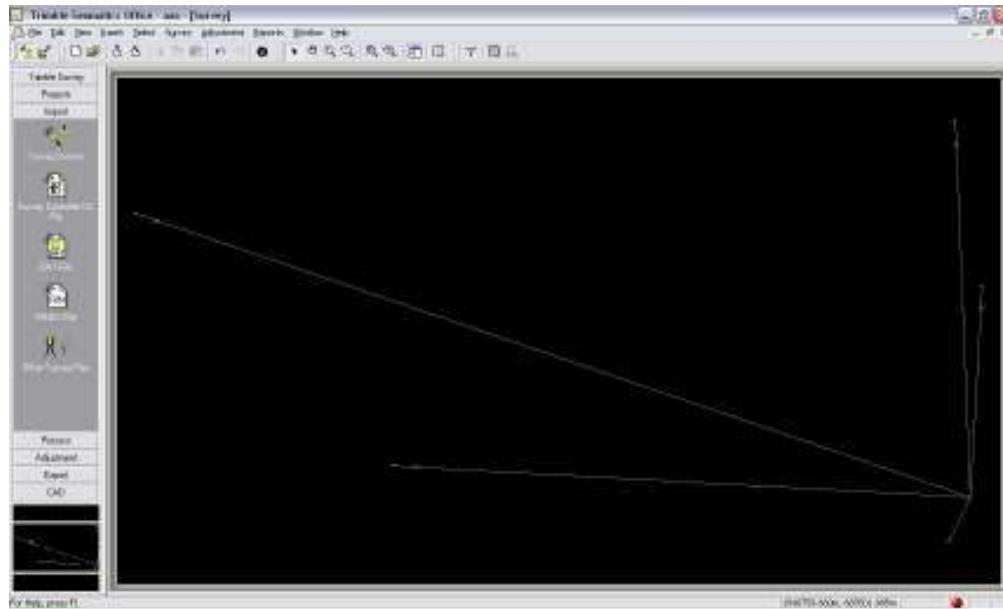


2. เมื่อข้อมูลถูกนำเข้าจะแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบดังนี้ เพื่อให้ผู้ใช้งานทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่นำเข้าถูกต้องหรือไม่ ให้ตรวจสอบชื่อจุด, วันเวลาที่ทำการวังวัดข้อมูล ชนิดของงานรับสัญญาณดาวเทียม หรือ ความสูงของงานรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งสามารถทำการแก้ไขข้อมูลก่อนจะนำเข้าได้ ทั้งนี้ อาจจะกดคลิกเลือกไม่นำเข้าข้อมูลก็ได้ (ที่แถบ Use ให้คลิกเครื่องหมายถูกออก) หรือจุดควรตั้งให้ถูกต้อง

ตรวจสอบ

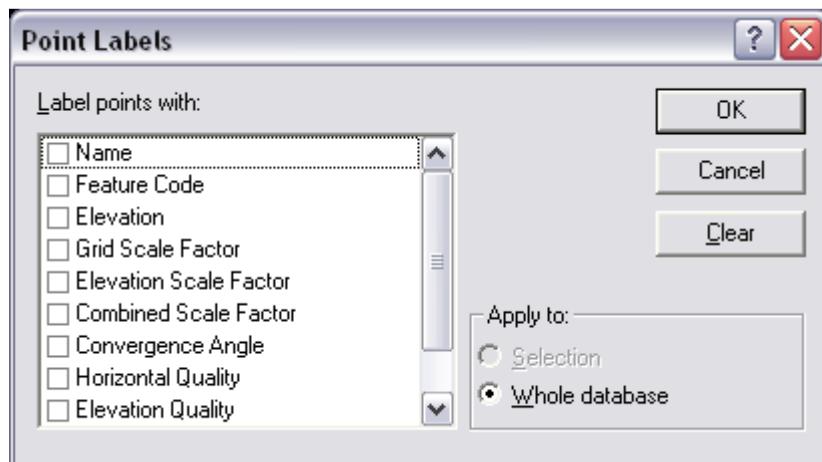
User	Name	Filename	Start Time	Stop Time	Receiver Type	Receiver S
1 <input checked="" type="checkbox"/>	p3	38803572.dat	15:51:02 23 a.m. 2005	16:23:02 23 a.m. 2005	5700	22403238
2 <input checked="" type="checkbox"/>	p1	06019574.dat	15:09:17 23 a.m. 2005	15:46:17 23 a.m. 2005	5700	22403186
3 <input checked="" type="checkbox"/>	p1	06019575.dat	15:53:32 23 a.m. 2005	16:28:02 23 a.m. 2005	5700	22403186
4 <input type="checkbox"/>	Roving Segment	38803570.dat	15:21:47 23 a.m. 2005	15:23:17 23 a.m. 2005	5700	22403238
5 <input checked="" type="checkbox"/>	1000	38803570.dat	15:23:32 23 a.m. 2005	15:24:02 23 a.m. 2005	5700	22403238
6 <input type="checkbox"/>	Roving Segment	38803570.dat	15:24:17 23 a.m. 2005	15:25:32 23 a.m. 2005	5700	22403238
7 <input type="checkbox"/>	Roving Segment	38803570.dat	15:26:02 23 a.m. 2005	15:26:17 23 a.m. 2005	5700	22403238
8 <input type="checkbox"/>	1001	38803570.dat	15:26:32 23 a.m. 2005	15:27:02 23 a.m. 2005	5700	22403238
9 <input type="checkbox"/>	Roving Segment	38803571.dat	15:28:32 23 a.m. 2005	15:28:47 23 a.m. 2005	5700	22403238
10 <input type="checkbox"/>	Roving Segment	38803571.dat	15:29:17 23 a.m. 2005	15:29:32 23 a.m. 2005	5700	22403238
11 <input checked="" type="checkbox"/>	1000	38803571.dat	15:29:47 23 a.m. 2005	15:30:02 23 a.m. 2005	5700	22403238

3. เมื่อข้อมูลต่างๆถูกนำเข้าจนครบเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ทำการรับสัญญาณพร้อมกันในแต่ละช่วงเวลา จะมีเส้นฐานลากเชื่อมให้ (Base line) จะแสดงผลดังนี้



ขั้นตอนการแสดงชื่อจุดบนหน้าจอ

1. เลือก Select → All
2. ทำการเลือก View → Point Labels จะปรากฏหน้าจอขึ้นมา



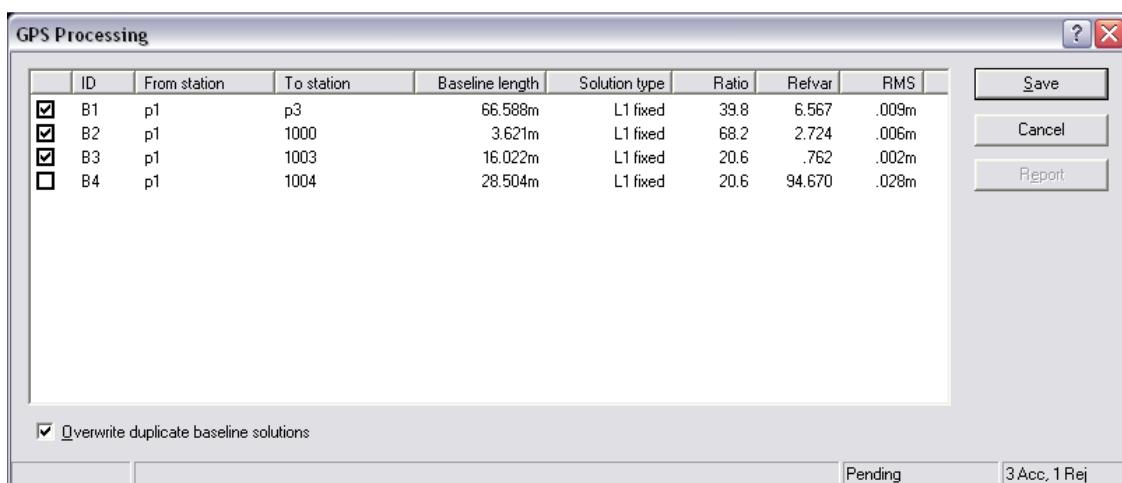
3. ให้ทำการเลือกที่ Name และคลิกเลือกที่ OK

ขั้นตอนการประมวลผลเส้นฐาน (Processing GPS Baselines)

ในการใช้โปรแกรม TGO ในการประมวลผลเส้นฐาน จะประกอบด้วย WAVE™ (Weighted Ambiguity Vector Estimator) และ Timeline ซึ่ง WAVE baseline จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการรังวัดแบบ Static, Fast static, หรือ Kinematic ส่วนของ Timeline นั้นเป็นการข้อมูลของ GPS ที่ได้จากการรังวัดในรูปแบบกราฟิก

ขั้นตอนการประมวลผลเส้นฐาน มีดังนี้

1. เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีเส้นฐานที่ถูกเลือกไว้อยู่แล้ว โดยทำดังขั้นตอนได้ขั้นตอนหนึ่ง ดังนี้
 - เลือก Select → None
 - คลิกเลือกที่บริเวณว่างของหน้าจอ
2. เริ่มทำการประมวลผลเส้นฐาน โดยทำดังขั้นตอนได้ขั้นตอนหนึ่ง ดังนี้
 - เลือก Survey → Process GPS Baseline
 - ที่แถบเมนูทางด้านซ้าย ให้เลือก Process group แล้วเลือก Process GPS Baseline

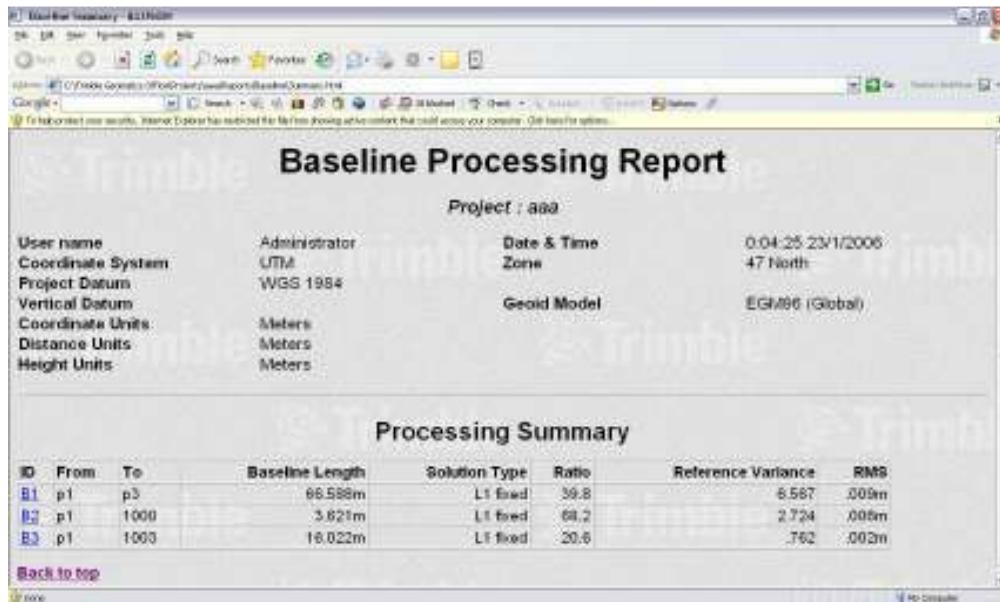


ข้อมูลแต่ละเส้นฐานจะถูกประมวลผล พร้อมแสดงค่าทางสถิติ ของเส้นฐานแต่ละเส้น ส่วนทางด้านมุมล่างซ้าย จะบอกจำนวนของเส้นฐานที่ยอมรับในการประมวลผล (Accept, Acc) และเส้นฐานที่ไม่ยอมรับในการประมวลผล (Rejected, Rej) ถ้ายอมรับค่าให้ทำการกดที่ปุ่ม Save

3. การแสดงผลรายงานการประมวลผลเส้นฐาน (GPS Baseline Processing Report) ให้ทำดังขั้นตอนได้ขั้นตอนหนึ่ง ดังนี้ โดยจะแสดงรายงานในรูปแบบ HTML report

- เลือก Report → GPS Baseline Processing Report

- ที่ແນບເນື່ອທາງດ້ານຂໍ້າຍ ໃຫ້ເລືອກ Process group ແລ້ວເລືອກ GPS Baseline Processing Report



TIP:

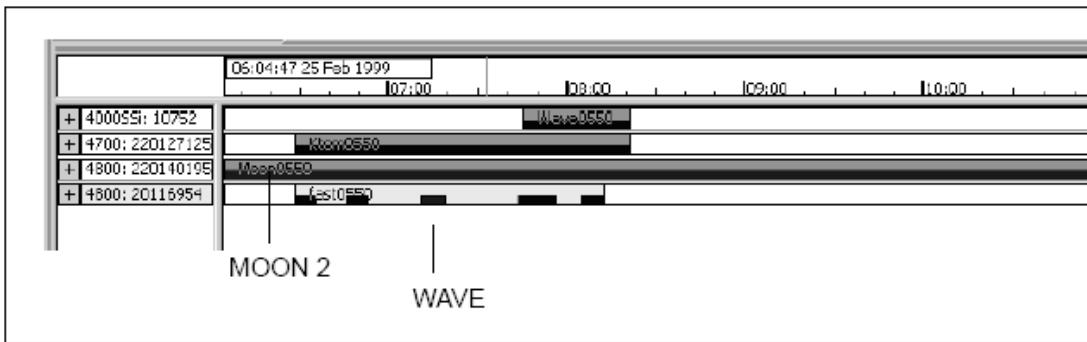
ໃນกรณີ່ທີ່ປະມວລຜົດເສັ້ນຈຸານໄມ່ໄ່ງນັ້ນ ອາຈະຈະຕ້ອງໃຫ້ເຖິງກິດລົງທຶນ
ເສັ້ນຈຸານ ສືບສັນດູນ

- ຕັ້ງຄ່າມຸນກາຮັບສ້າງຄູາມດາວເຖິມໃຫ້ສູງຂຶ້ນ (Raise elevation mask) ເພື່ອໃຫ້ລົກເລີ່ມ
ສ້າງຄູາມຮັບການທີ່ມາຈາກກາຮັບສ້າງຄູາມທີ່ມູນຕໍ່າ
- ເລືອກຕັດຂໍ້ອມຸນດາວເຖິມ (Cut satellite)
- ເປີດຢັ້ງຂ່າວເວລາກາຮັບຂໍ້ອມຸນ

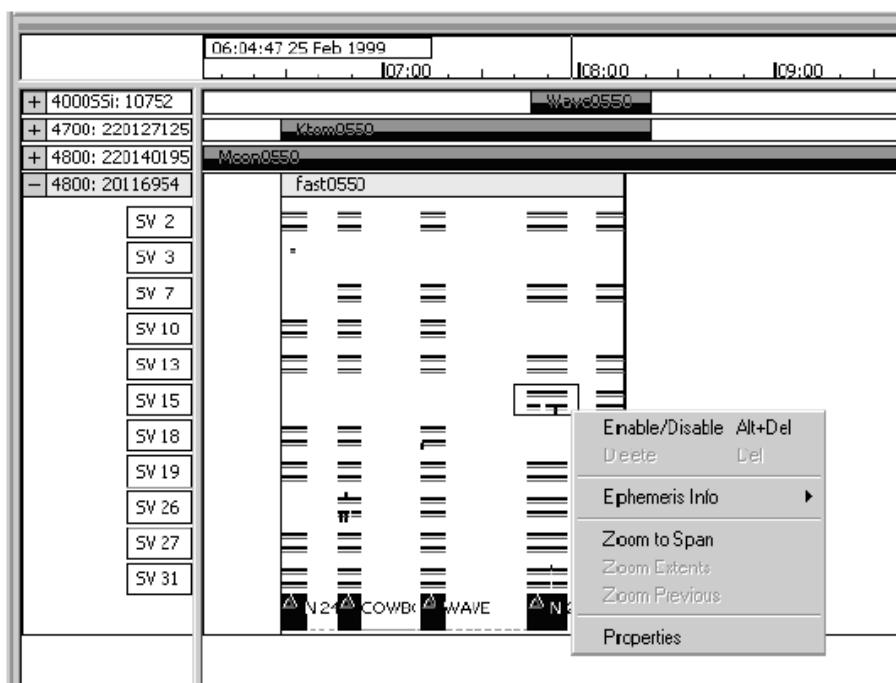
ການໃຊ້ Timeline

ຜູ້ໃຊ້ຈານສາມາຮັດທໍາການເລືອກໃຊ້ກາວິເຄຣະຫໍ້ອມຸນດາວເຖິມໃຫ້ກາຮັບສ້າງຄູາມເສັ້ນຈຸານມີຜົດລັບພົມທີ່
ດີຂຶ້ນມາໄດ້ ໂດຍກາຮັບສ້າງຄູາມດາວເຖິມຈາກຂ່າວເວລາຕ່າງໆທີ່ເໝາະສົມ ໂດຍທຳບັນດັບຕັ້ງນີ້

1. เลือกฟังก์ชันเวลาดาวเทียม โดยเลือก View → Timeline



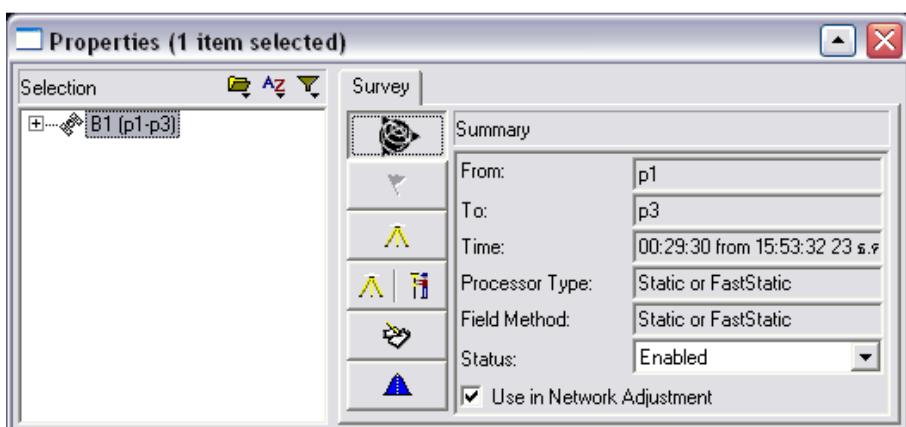
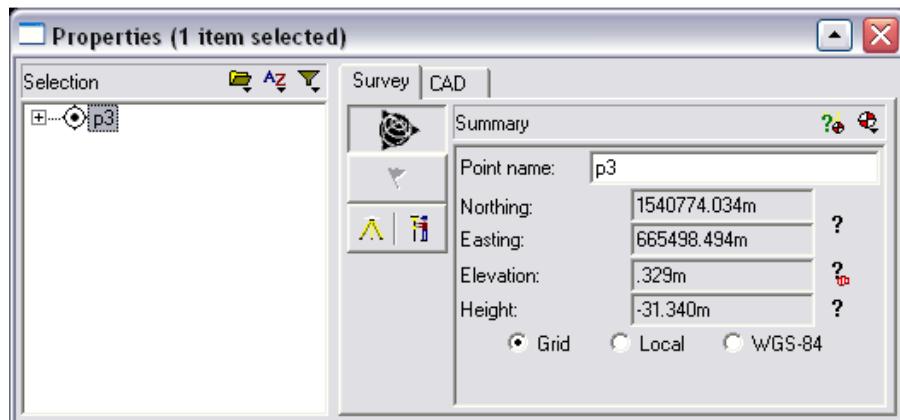
2. ข้อมูลเวลาดาวเทียมจะปรากฏ แล้วให้ทำการแสดงผลของดาวเทียมแต่ละดวง โดยทำการกดที่เครื่องหมายบวก ของแต่ละเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แล้วนำเมาส์คลิกซ้าย ลากครอบคลุมช่วงพื้นที่ที่ไม่ต้องการ (ช่วงที่มี Cycle slip) จากนั้นให้คลิกเมาส์ขวา แล้วเลือก Enable/Disable จะแสดงเป็นเด่นๆ (แสดงว่าไม่ถูกนำมาประมวลผลเส้นฐาน)



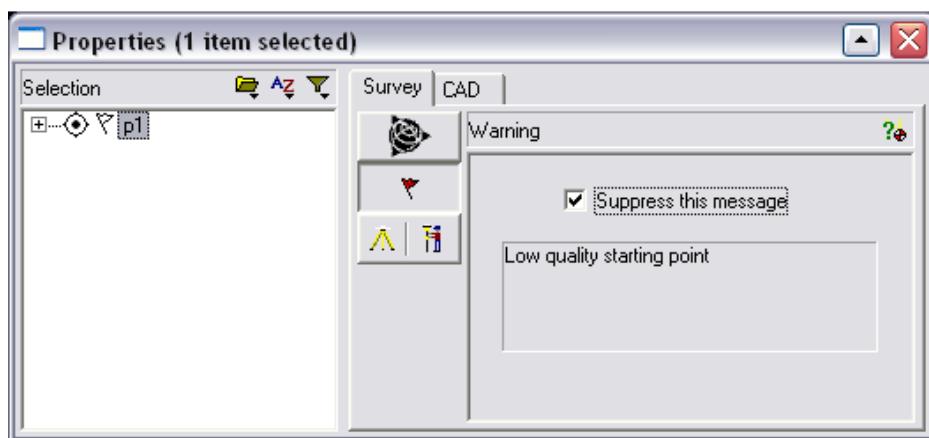
3. เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนแล้วให้ทำการเลือกคำนวนใหม่ โดยเลือก Survey → Re compute หรือ Survey → Process GPS Baseline

การพิจารณาผลการคำนวณ (Evaluate Result)

สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการพิจารณาดูค่าแสดงผลข้อมูลไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดของจุดที่ทำการรังวัด หรือค่าข้อมูลของเส้นฐาน ให้ทำการเลือกดูข้อมูลโดยการกด Double click ที่จุดนั้น

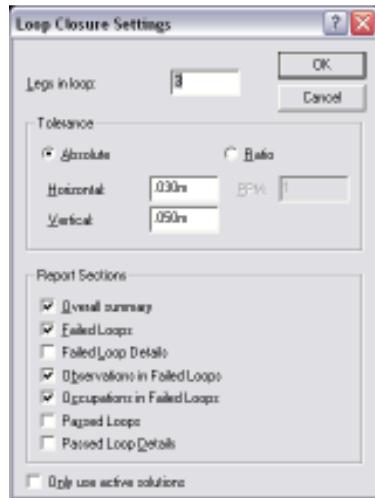


แต่ถ้าในกรณีที่หน้าจอ จุดค่าพิกัด หรือเส้นฐานมีขึ้นมา (เป็นเครื่องหมายที่บอกกว่าจุด หรือเส้นฐานนี้ อาจมีความผิดพลาดอยู่) และแสดงอยู่ ให้ทำการคลิกออกไป โดยทำการ Double click แล้วเลือก click – Suppress this message



การตรวจสอบรูปปิดของโครงสร้าง (GPS Loop Closure)

- ทำการตั้งค่าในการตรวจสอบ GPS Loop Closure โดยเลือก Report → Set up → GPS Loop Closure Report จะปรากฏดังรูป



- เลือกแสดงผลตรวจสอบการปิดของรูปปิดข่ายโดยเลือก Report → GPS Loop Closure Report ถ้าจำนวนของ Failed loops เท่ากับศูนย์ แสดงว่าเส้นฐานที่ปะมวลผลมาได้ยังอยู่ในรูปปิดสามารถนำไปปะมวลผล Network Adjustment ได้

Minimally Constrained Adjustment of GPS Data

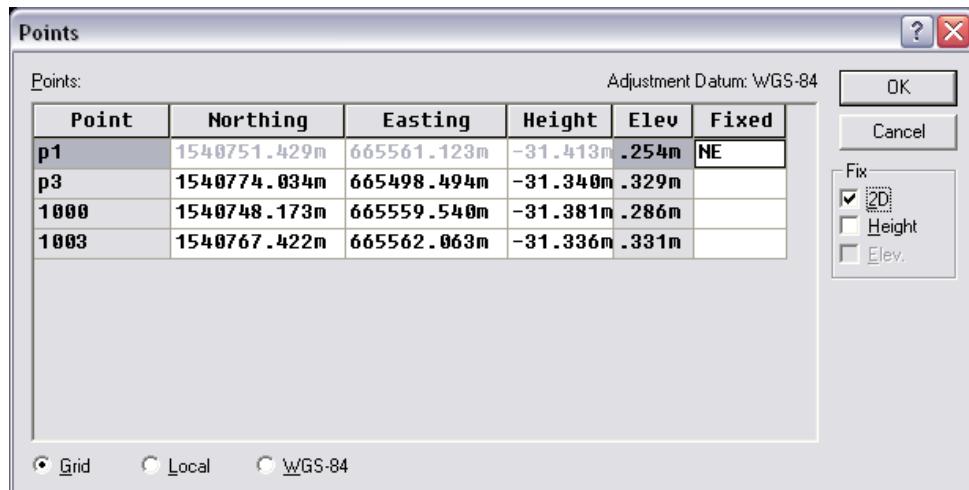
จะเป็นการทำ Network Adjustment โดยใช้จุดยึดเพียงจุดเดียว มีขั้นตอนการทำ ดังนี้

- ทำการเลือกพื้นหลักฐาน (Datum)
ตั้งค่าพื้นหลักฐานให้เป็น WGS84 โดยเลือกที่ Adjustment → Datum → WGS84
- เลือกวิธีการในการปรับแก้โครงสร้าง (Set Adjustment Style)
ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการนำมาปรับแก้โครงสร้างได้หลายรูปแบบโดยทำการเลือกที่ Adjustment → Adjustment Style จะปรากฏดังหน้าจอ



3. เลือกจุดที่จะเป็นจุดยึด (Fixing the Points in the network adjustment)

ผู้ใช้งานทำการเลือกจุดที่จะใช้ในการเป็นจุดยึด ในการปรับแก้โครงข่าย โดยทำการเลือกดังนี้ Adjustment → Points จะปรากฏหน้าจอดังรูป



ที่แบบ Fixed group ให้ผู้ใช้งานเลือกจุดที่จะใช้เป็นจุดยึด แล้วคลิกเลือกที่ 2D จากนั้นให้ กด ปุ่ม OK

4. ทำการปรับแก้โครงข่าย (Performing a Minimally Constrained Adjustment)

เป็นการทำการปรับแก้โครงข่ายโดยทำการเลือก Adjustment → Adjust

5. การพิจารณาผลการคำนวณปรับแก้ (Viewing the Adjustment Result)

ในการเลือกดูข้อมูลที่ได้จากการปรับแก้โครงข่ายนั้น ต้องพิจารณาผลลัพธ์ของข้อมูล ดังนี้

- Network Adjustment Report
- Observation Dialog

การพิจารณา Network Adjustment report

1. ทำการเลือกที่ Report → Network Adjustment report

2. ทำการตรวจสอบโดยพิจารณาที่ Statistical summary ซึ่งเป็นส่วนหลักในการ

วิเคราะห์การปรับแก้โครงข่าย ให้ดูที่ผลของค่า Chi-square ไม่ควรมีค่าเกิน 1.0

Tip:

ในกรณีที่ค่า Chi-square มีค่าเกิน 1.0 ให้ผู้ใช้ทำการตรวจสอบได้ 2 รูปแบบคือ

- ตรวจสอบว่ามีค่า outlier ในข้อมูลหรือไม่
- ใช้ค่า scalar ในการประมาณความคลาดเคลื่อนใหม่

การพิจารณา Observation dialog

เป็นการตรวจสอบค่าทางสถิติของแต่ละเส้นฐานว่ามีค่า Standard Residual เกินค่าที่ยอมรับได้หรือไม่

- ทำการเลือก Adjustment → Observations จะปรากฏดังหน้าจอ

Use	Obs	From point	To point	Type	Variance Group	Std Res (Max)
✓	B11	MOON 2	N 245	Static	<GPS Default>	2.82
✓	B8	WAVE	KTOM	Static	<GPS Default>	2.50
✓	B13	MOON 2	WAVE	Static	<GPS Default>	-2.18
✓	B14	MOON 2	N 245	Static	<GPS Default>	-1.94
✓	B6	KTOM	N 245	Static	<GPS Default>	1.83
✓	B1	WAVE	KTOM	Static	<GPS Default>	-1.38
✓	B7	COWBOY	KTOM	Static	<GPS Default>	1.35
✓	B3	WAVE	N 245	Static	<GPS Default>	-1.24
✓	B2	WAVE	MOON 2	Static	<GPS Default>	1.07
✓	B9	KTOM	N 245	Static	<GPS Default>	-1.07
✓	B12	MOON 2	COWBOY	Static	<GPS Default>	-0.99
✗	B4	WAVE	COWBOY	Static	<GPS Default>	0.04

- ให้ทำการเลือกเรียงค่าโดยอ้างอิงตามค่า outlier ให้ทำการกดเลือกที่แบบ Std Res. (Max)
- ถ้าเส้นฐานใด มีค่า Std Res สูงเกินไป ให้ทำการเลือกคลิกออก ไม่ใช่ในการประมวลผล
- การกำหนดค่า Scalar (Applying a Scalar to the Estimated Errors)

- ให้ทำการเลือกที่ Adjustment → Weighting Strategies
- ทำการเลือกที่ แบบ GPS
- ที่กลุ่ม Scalar Type ให้ทำการเลือกที่ Alternative
- คลิกเลือกที่ OK
- ทำการปรับแก้โครงข่ายใหม่อีกครั้ง โดยทำการเลือก Adjustment → Adjust
- พิจารณาดูค่ารายงานที่ Report → Network Adjustment Report
- ดูค่าทางสถิติที่ Statistical summary ซึ่งในการทำการปรับแก้ครั้งที่สองนี้ ค่าสเกลใหม่ที่ประมาณจะถูกใช้
- ถ้าค่า Chi-square ยังมีค่าเกิน 1.0 ให้ทำการเลือกใช้ Scalar แบบ Automatic (ในขั้นตอนที่ 3)

Performing a Fully Constrained Adjustment

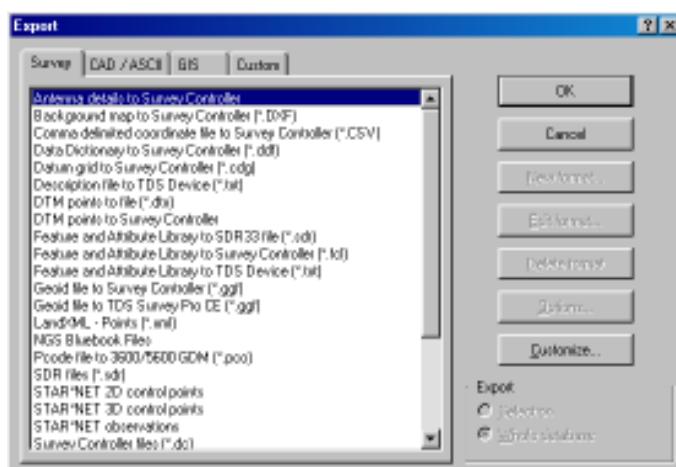
กฎแบบการทำงานเหมือนกับ Minimally Constrained Adjustment แต่เป็นการปรับแก้โครงข่ายอย่างสมบูรณ์โดยใช้จุดยึดที่ทราบค่าอย่างน้อย 3 จุด มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเลือกพื้นหลักฐาน (Datum) ที่ใช้ในรูปแบบ Local (พื้นหลักฐานที่ใช้ในการประมวลผล)
2. ทำการเลือก Load Geoid โดยเป็นการหาความสัมพันธ์ของค่าระดับที่ได้จากการวัดจากกล้อง (Terrestrial observation) และค่าระดับที่ได้จาก GPS (Ellipsoidal height) ขั้นตอนดังนี้ Adjustment → Observation ที่ແນບ Geoid ให้เลือก Load แล้วคลิก OK
3. ทำการเลือก Fixed จุดต่างๆ ทางราบควรมีอย่างน้อย 3 จุด และทางดิ่งควรมีอย่างน้อย 4 จุด
4. ทำการปรับแก้โครงข่าย Adustment → Adjust
5. พิจารณาผลการคำนวนปรับแก้ Report → Network Adjustment Report

การส่งออกข้อมูลที่ได้จากการคำนวน (Export)

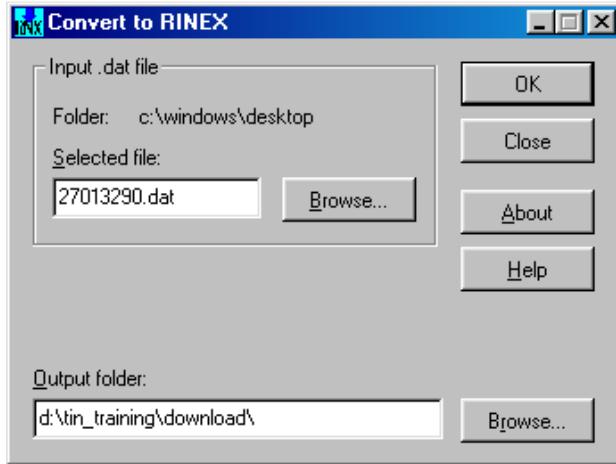
ผู้ใช้งานสามารถทำการส่งต่อ หรือแปลงไฟล์ไปยังรูปแบบต่างๆที่ต้องการได้ โดยทำการกดที่ File → Export มีการส่งออกในรูปแบบต่างๆ เช่น

- Survey – เป็นการส่งออกข้อมูลไปยังนามสกุลต่างๆทางด้านการสำรวจได้
- CAD/ASCII – เป็นการส่งออกข้อมูลไปด้านซอฟต์แวร์ทางด้านการออกแบบ
- GIS – เป็นการส่งออกข้อมูลไปยังงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)
- Custom – เป็นการส่งออกข้อมูลตามรูปแบบที่ผู้ใช้งานต้องการ มักจะเป็นในรูปแบบ Comma File เพื่อเรียกใช้เปิดใน Notepad หรือ Microsoft Excel



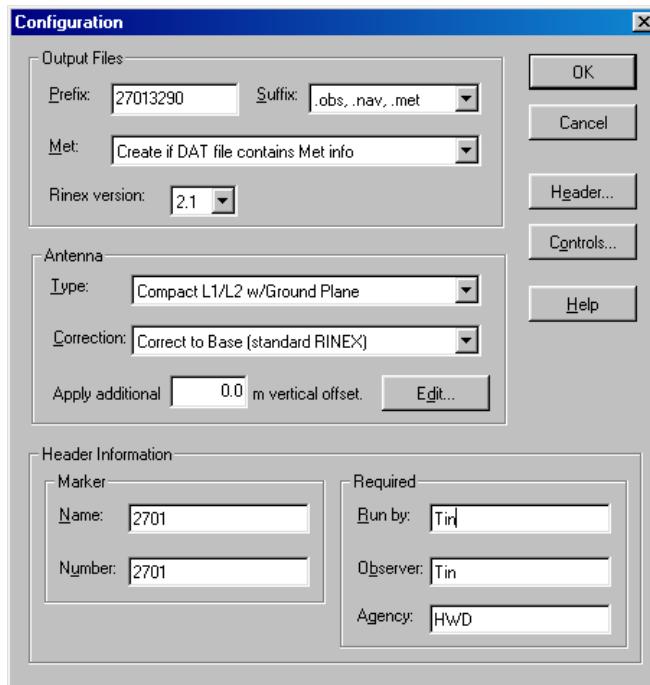
การแปลงข้อมูลดิบ (*.dat) ให้อยู่ในรูปแบบ RINEX

- เรียกใช้โปรแกรมที่ Start → Programs → Trimble Office → Utilities → Convert to RINEX



- เลือกชื่อ File ข้อมูลดิบที่ต้องการแปลง ที่ *Select file:* และกดปุ่ม Browse
- เลือกชื่อ Folder ที่จะทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ หลังจากการแปลงเป็น RINEX และ ที่ *Output folder:* และกดปุ่ม Browse เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม OK

จะปรากฏหน้าจอ Configuration ดังรูป



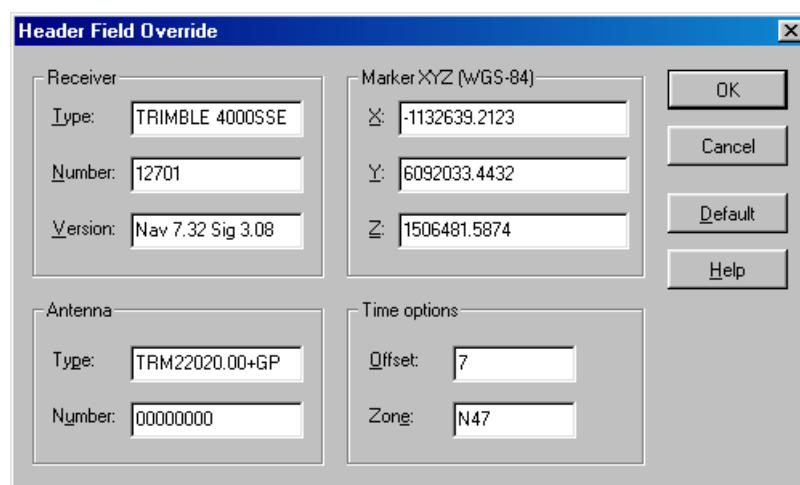
Prefix : เป็นชื่อหน้าไฟล์ที่ต้องการแปลง

Suffix : เป็นนามสกุลของ RINEX ที่ต้องการแปลง ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ (*.obs, *.nav, .met) หรือ (*.yyo, *.yym, *. yyn)

RINEX Version : เลือก version ตามต้องการ ซึ่งมีเวอร์ชัน 2.0 และ 2.1

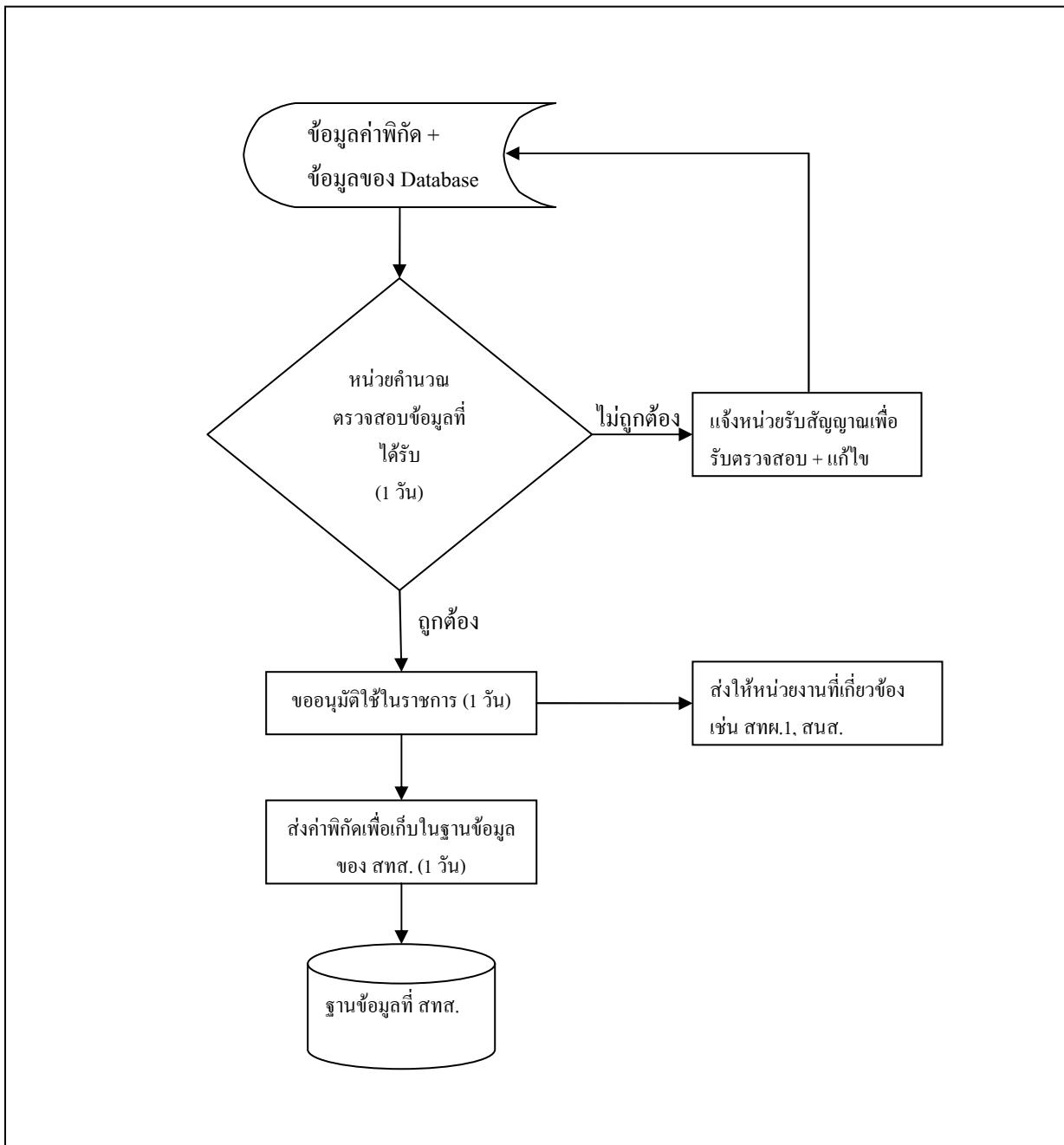
Type : เลือกชนิดของงานรับสัญญาณดาวเทียม

ถ้าต้องการดูค่าพิกัดหรือรายละเอียดต่างๆของจุด ให้กดเลือกที่ Header จะปรากฏดังนี้

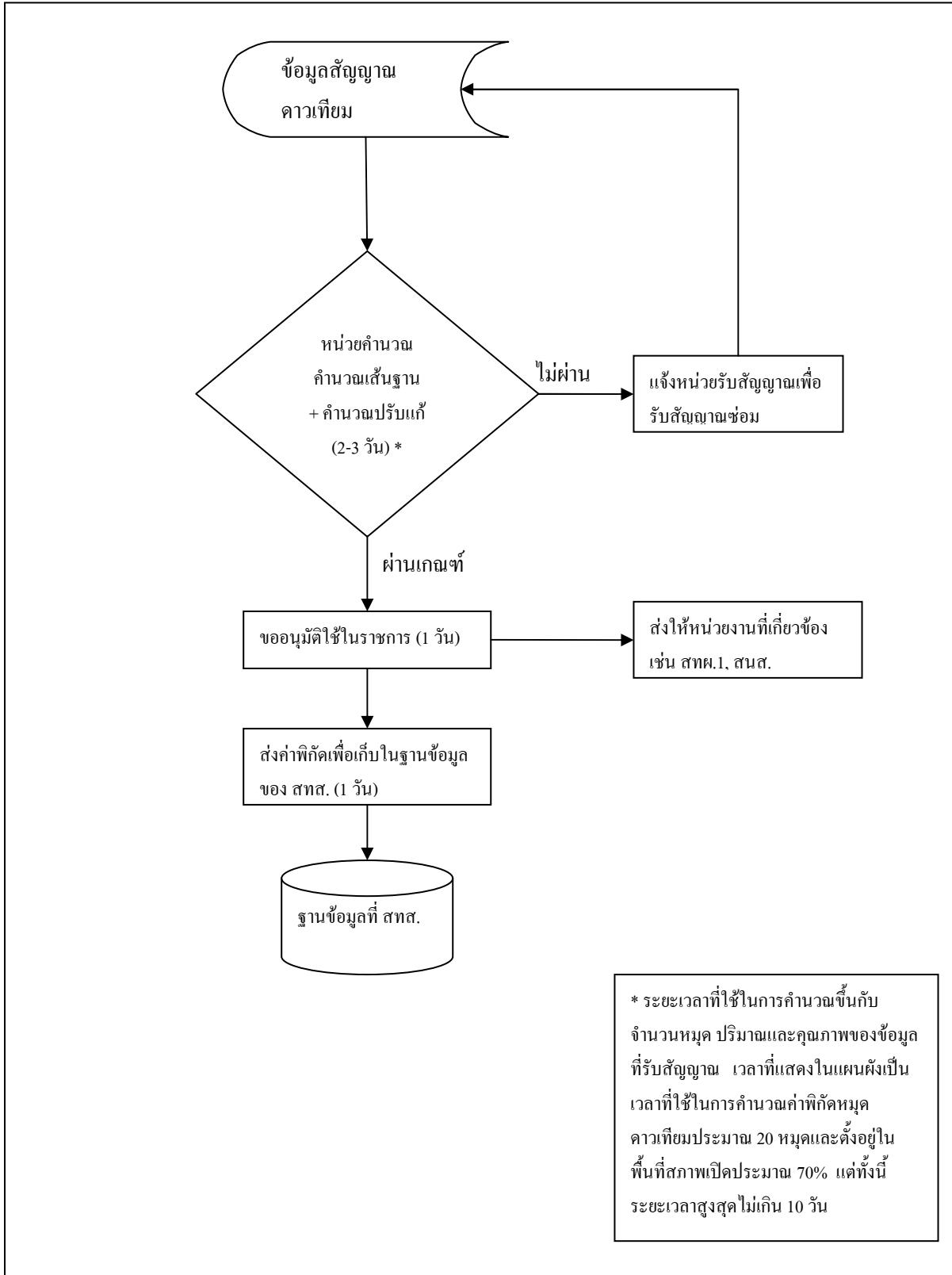


เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนต่างๆให้ผู้ใช้ทำการคลิก OK ที่หน้าจอ Configuration ก็จะสามารถแปลงไฟล์ข้อมูลดิบ ให้อยู่ในรูปแบบของ RINEX ได้

แผนผังการคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียมแบบ RTK



แผนผังการคำนวณค่าพิกัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม
แบบ Static และ Fast Static



การส่งหลักฐานแผนที่ใช้ในราชการ

รายละเอียดหลักฐานแผนที่มีดังนี้

- การรังวัดแบบ STATIC หลักฐานแผนที่ประกอบด้วย
 - ใบสรุปหน้าหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๔)
 - แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๖)
 - รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๗)
 - รายการรังวัดหมุดมุนและระยะ (ร.ว. ๓๑ ค)
 - ผลการรังวัด AZIMUTH ด้วยการรับสัญญาณดาวเทียม GPS (ร.ว. ๗๘ ก)
 - รายละเอียดหมุดดาวเทียม กรมที่ดิน (ร.ว. ๗๖ ก)
- การรังวัดแบบ Rapid Static และ RTK หลักฐานแผนที่ประกอบด้วย
 - ใบสรุปหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๔ ก)
 - แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๖)
 - รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๗๗)
 - รายการรังวัดหมุดมุนและระยะ (ร.ว. ๓๑ ค)

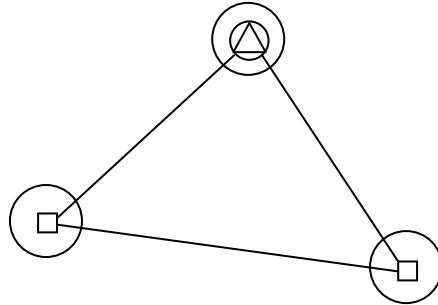
หลักฐานการรังวัดและค่าพิกัดจัดทำจำนวน 2 ชุด โดยชุดหนึ่งส่งให้ สพ. 2 เก็บรวบรวม
ไว้ใช้งาน และอีกชุดหนึ่งจัดส่งให้สำนักงานที่ดินจังหวัดที่ได้เข้าดำเนินการไว้ใช้งาน

ภาคผนวก

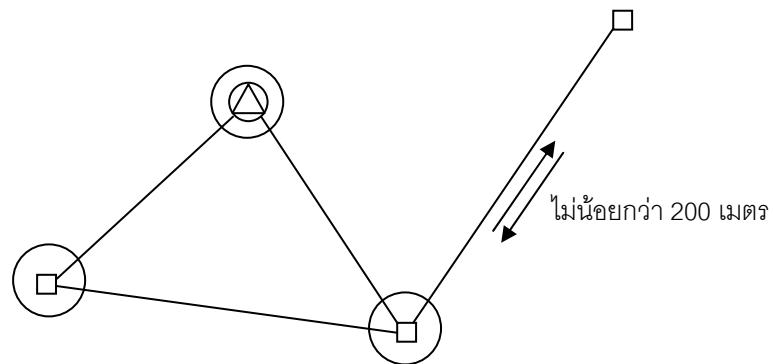
ข้อปฏิบัติในการสร้างหมุดดาวเทียม STATIC

การสร้างหมุดดาวเทียม STATIC

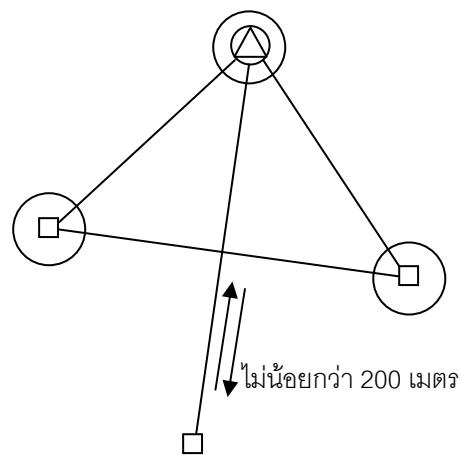
ให้สร้างหมุดพยานดาวเทียมขึ้นอีก 2 หมุด ประกอบกันเป็นรูปสามเหลี่ยม และให้ทำการรังวัดอาชิมุทโดยให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร



หากไม่สามารถสร้างหมุดให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตรได้ ให้สร้างหมุดพยานดาวเทียมเพิ่มอีกหนึ่งหมุดให้มีระยะไม่น้อยกว่า 200 เมตร สำหรับการรังวัดอาชิมุท



หรือ

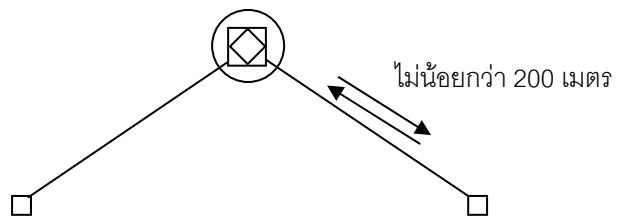


การสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรุํมที่ดินเฉลิมพระเกียรติ

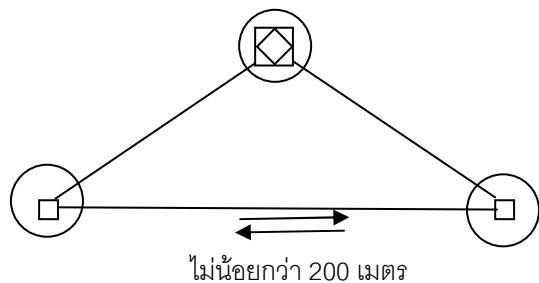
แบ่งเป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรุํมที่ดินเฉลิมพระเกียรติ สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้

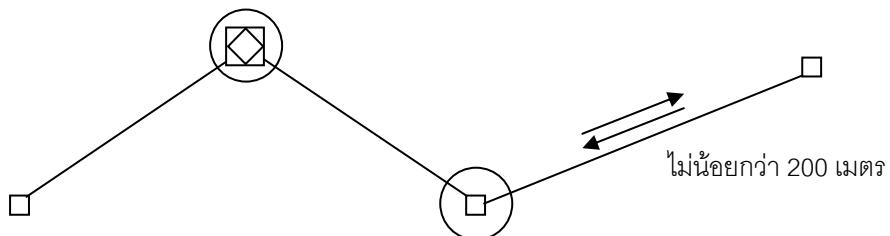
ให้สร้างหมุดพยานดาวเทียม 2 หมุด และทำการวังวัดอาชิมุท โดยให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร



หรือ

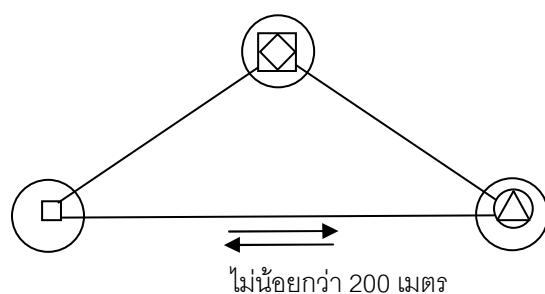
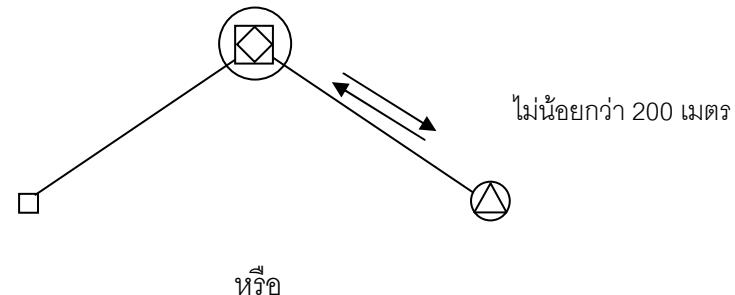


หากไม่สามารถสร้างหมุดให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร ให้สร้างหมุดพยานดาวเทียมต่อไปอีก 1 หมุด ให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร สำหรับการวังวัดอาชิมุท

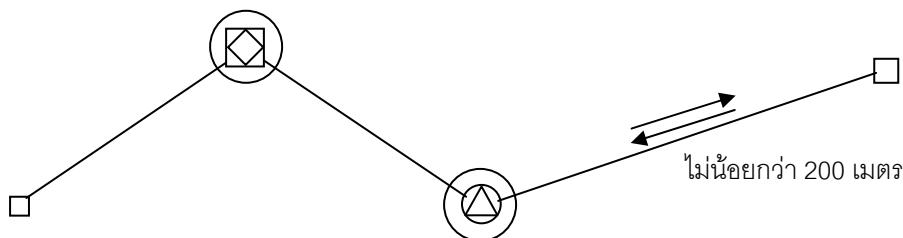


กรณีที่ 2 หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรุณที่ดินเนลิมพระเกียรติ รับสัญญาณดาวเทียมไม่ได้

ให้สร้างหมุดดาวเทียม STATIC และหมุดพยานดาวเทียมออกจากหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียม กรณีที่ดินเนลิมพระเกียรติ และทำการรังวัดอาชีมุทโดยให้ มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร



หากไม่สามารถสร้างหมุดให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร ให้สร้างหมุดพยาน ดาวเทียมต่อจากหมุดดาวเทียม STATIC อีก 1 หมุดให้มีระยะระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า 200 เมตร สำหรับ การรังวัดอาชีมุท



การสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมชนิดมั่นคงถาวร

ให้สร้างเข็นเดี่ยวกับหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรุณที่ดินเนลิมพระเกียรติ

(ร่าง)

ระเบียบกรมที่ดิน

ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม

พ.ศ. ๒๕๕๗

เพื่อให้การปฏิบัติงานรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม และการนำไปใช้งาน ด้านการรังวัดและทำแผนที่ของกรมที่ดิน ดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ กรมที่ดิน จึงกำหนดระเบียบไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ระเบียบนี้เรียกว่า “ระเบียบกรมที่ดินว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบ ดาวเทียม พ.ศ. ๒๕๕๗”

ข้อ ๒ ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๘ เมษายน ๒๕๕๗ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. ๒๕๕๗

ข้อ ๔ บรรหาระเบียบ คำสั่ง ประกาศ หรือหนังสือสั่งการอื่นใดซึ่งขัดหรือแย้งกับระเบียบนี้ ให้ใช้ระเบียบนี้แทน

ข้อ ๕ ในระเบียบนี้

“หมุดดาวเทียม” หมายถึง หมุดหลักฐานแผนที่ ที่ได้ค่าพิกัดจากการรับสัญญาณดาวเทียม

“หมุดดาวเทียม Static” หมายถึง หมุดดาวเทียมที่ได้ค่าพิกัดจากการรับสัญญาณดาวเทียม โดยวิธีการรังวัดแบบสถิต (Static)

“หมุดดาวเทียม Rapid Static” หมายถึง หมุดดาวเทียมที่ได้ค่าพิกัดจากการรับ สัญญาณดาวเทียม โดยวิธีการรังวัดแบบสถิตอย่างเร็ว (Rapid or Fast Static)

“หมุดดาวเทียม RTK” หมายถึง หมุดหลักฐานแผนที่ที่ได้ค่าพิกัดจากการรับสัญญาณ ดาวเทียม โดยวิธีการรังวัดแบบจลน์ได้ค่าพิกัดทันที ณ เวลาทำการรังวัด (Real Time Kinematics)

“หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรมที่ดินเคลื่อนพระเกี้ยรติ” หมายถึง หมุดดาวเทียม Static ที่สร้างขึ้นตามแบบของกรมที่ดิน อยู่สูงจากฐานประมาณ ๑.๒๐ เมตร

“หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมชนิดมั่นคงดาวร” หมายถึง หมุดดาวเทียม Static สร้างขึ้น ตามแบบของกรมที่ดิน อยู่สูงจากพื้นประมาณ ๐.๔๐ เมตร

“หมุดพยานดาวเทียม” หมายถึงหมุดหลักฐานแผนที่ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ตรวจสอบ ตำแหน่งของหมุดดาวเทียม Static

ลักษณะและแบบของหมุดดาวเทียม หมุดพยานดาวเทียม ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.
ท้ายระเบียบนี้

“การรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิต (Static)” หมายถึง การรับสัญญาณดาวเทียม ไม่น้อยกว่า ๒ จุดพร้อมๆ กัน ในช่วงเวลาเดียวกัน

“การรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิตอย่างเร็ว (Rapid or Fast Static)” หมายถึง การรับสัญญาณดาวเทียม ไม่น้อยกว่า ๒ จุดพร้อมๆ กัน ในช่วงเวลาเดียวกัน ใช้ระยะเวลาในการรับสัญญาณ ดาวเทียมน้อยกว่าการรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิต (Static)

“การรับสัญญาณดาวเทียมแบบจนได้ค่าพิกัดทันที ณ เวลาทำการรังวัด (Real Time Kinematics, RTK)” หมายถึง การรับสัญญาณดาวเทียม โดยการนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเครื่องหนึ่ง หรือหลายเครื่อง ไปรับสัญญาณที่หมุด ซึ่งเป็นสถานีฐาน (Base Station) และให้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม เครื่องอื่น ๆ ไปรับสัญญาณที่สถานีจาร (Rover Station) และมีระบบสื่อสารส่งข้อมูลจากสถานีฐาน (Base Station) ไปยังเครื่องรับที่สถานีจาร (Rover Station)

“สถานีฐาน (Base Station)” หมายถึง หมุดดาวเทียมที่ทราบค่าพิกัดใช้อ้างอิงเพื่อคำนวณค่า พิกัดในการรับสัญญาณดาวเทียมแบบ RTK

“สถานีจาร (Rover Station)” หมายถึง หมุดหรือตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าพิกัด โดยการ คำนวณอ้างอิงค่าพิกัดมาจาก สถานีฐาน (Base Station) ในการรับสัญญาณดาวเทียมแบบ RTK

ข้อ ๖ ภาคผนวกท้ายระเบียบ ให้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระเบียบนี้

ข้อ ๗ ให้ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีทำแผนที่รักษาการตามระเบียบนี้

ข้อ ๘ การให้รหัสแทนชื่อหมุดดาวเทียม และหมุดพยานดาวเทียม ให้เป็นไปตาม ภาคผนวก ข. ท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๙ ให้สำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ จัดทำบัญชีควบคุมชื่อหมุดดาวเทียม ค่าพิกัดหมุด ดาวเทียม และเอกสารที่เกี่ยวข้องไว้เป็นฐานข้อมูลเพื่ออ้างอิง

ข้อ ๑๐ หมุดดาวเทียม ให้สร้างในตำแหน่งที่มั่นคง ยากต่อการถูกทำลาย สามารถคืนหายได้ โดยง่าย และสะดวกต่อการใช้งานอยู่ในตำแหน่งที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางที่มุมสูง ๑๕ องศา (15° Elevation cut-off) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงสิ่งที่อาจรบกวนต่อการรับสัญญาณได้ เช่น ตำแหน่งของหมุดต้องไม่อยู่ ใกล้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ หรือใกล้อาคารสูงที่มีผู้เรียบทำให้เกิดการสะท้อนกลับของคลื่นulatory ทิศทาง (Multipath) มาขังเสาอากาศได้ ตำแหน่งของหมุดต้องไม่อยู่ใกล้ เสาอากาศที่รับสัญญาณที่มี ความถี่เดียวกันหรือใกล้เคียงกันกับความถี่ของสัญญาณดาวเทียมรวมทั้งหลักเลี้ยงตั้งใกล้สถานีวิทยุ เสาอากาศการสื่อสารแรงสูง (High Power Communication Antenna) สายส่งศักย์สูง (High Voltage Power Line) หรือเสาอากาศเรดาร์ เป็นต้น

ข้อ ๑๑ การสร้างหมุดดาวเทียม Static ให้เป็นตามภาคผนวก ค. ท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๑๒ การสร้างหมุดดาวเทียม Rapid Static ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค. ท้ายระเบียบนี้
ลักษณะการสร้างหมุด โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

๑๒.๑ กรณีใช้หมุดดาวเทียม Rapid Static เป็นหมุดออกหรือเข้าบรรจุเส้นโครงงาน หมุดหลักฐานแผนที่หลัก ให้สร้างหมุดโดยแต่ละหมุดมีระยะห่างระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ เมตร

๑๒.๒ กรณีใช้หมุดดาวเทียม Rapid Static เป็นหมุดออกหรือเข้าบรรจุเส้นโครงงาน หมุดหลักฐานแผนที่ย่อย หรือเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดตั้งกล้อง เพื่อโยงยีดเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดบังคับภาพถ่าย ให้สร้างหมุดโดยแต่ละหมุดมีระยะห่างหมุดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ เมตร

ข้อ ๑๓ การสร้างหมุดดาวเทียม RTK ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค. ท้ายระเบียบนี้ ใช้สำหรับ เป็นหมุดออกหรือเข้าบรรจุเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดตั้งกล้อง เพื่อโยงยีดเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดบังคับภาพถ่าย

ข้อ ๑๔ คุณลักษณะของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม วิธีการรับสัญญาณดาวเทียม การ คำนวณ และการรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อคำนวณหาค่าภาคของทิศ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และข้อกำหนด ในภาคผนวก ง. ท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๑๕ การเขียนรายการรังวัด การคำนวณ แบบรายงาน และการจัดทำรายละเอียดหมุด ดาวเทียมเพื่อใช้ราชการ ให้เป็นไปตามแบบพิมพ์ในภาคผนวก จ. ท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๑๖ การรับสัญญาณดาวเทียม ใช้หาค่าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดิน ได้ หลักเกณฑ์และวิธี การปฏิบัติ ให้เป็นไปตามที่กรมที่ดินกำหนด

ข้อ ๑๗ การจัดเก็บข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียม ให้จัดเก็บในรูปแบบดิจิทัลไว้เป็น หลักฐานสำหรับใช้ในการตรวจสอบ

ข้อ ๑๘ ค่าภาคของทิศที่คำนวณ ได้จากค่าพิกัดหมุดดาวเทียมในการรับสัญญาณดาวเทียม แบบสถิต (Static) และการรับสัญญาณดาวเทียมแบบสถิตอย่างเร็ว (Rapid or Fast Static) ให้นำไปใช้ในการ คำนวณเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่หลักหรือย่อย สำหรับค่าภาคของทิศที่คำนวณ ได้จากค่าพิกัดหมุด ดาวเทียมในการรับสัญญาณดาวเทียมแบบ RTK ให้นำไปใช้ในการคำนวณเส้นโครงงานหมุดหลักฐานแผนที่ เพื่อเก็บรายละเอียด เท่านั้น

ข้อ ๑๕ เมื่อปรากฏว่ามุ่งดาวเทียมหรือมุ่งพยานดาวเทียม คลาดเคลื่อน สูญหายหรือถูกทำลาย ให้รายงานสำนักเทคโนโลยีทำแผนที่ เพื่อปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน และสร้างมุ่งดาวเทียม หรือมุ่งพยานดาวเทียมขึ้นใหม่

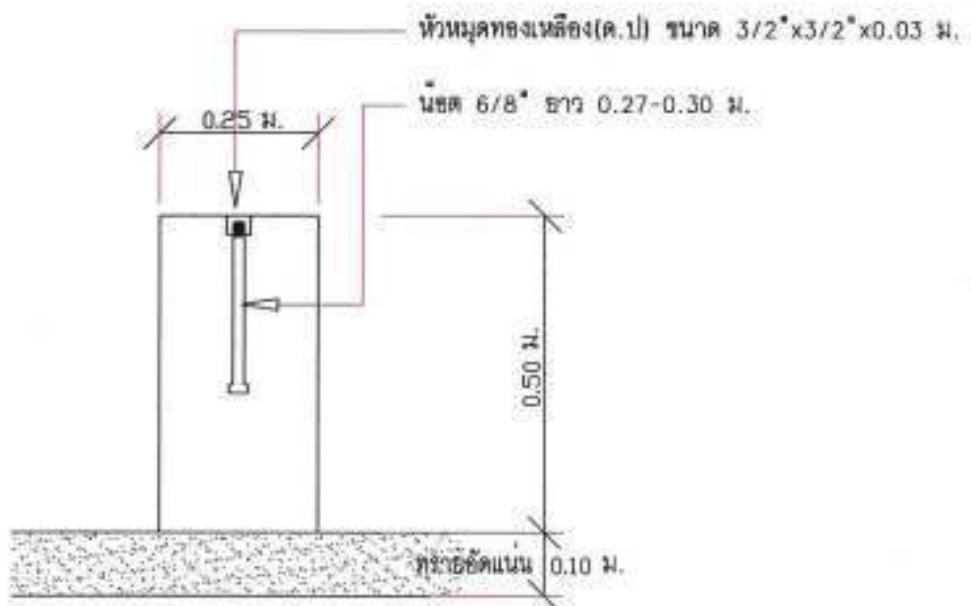
ประกาศ ณ วันที่ ๒๕๕๗ เมษายน พ.ศ.

(นายอนุวัฒน์ เมธีวุฒิลักษณ์)
อธิบดีกรมที่ดิน

ภาคผนวก ก.

ลักษณะและแบบของหมุดดาวเทียม หมุดพยานดาวเทียม

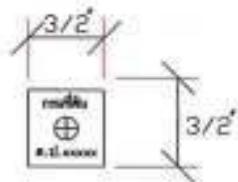
๑. หมุดดาวเทียม Static เป็นหมุดคอนกรีต มีขนาด $0.25 \times 0.25 \times 0.50$ เมตร ฝั่งหัวหมุดดาวเทียมและมีคำว่า “หมุดดาวเทียม กรมที่ดิน” โดยมีลักษณะและแบบดังนี้



ลักษณะหมุดดาวเทียมคอนกรีต

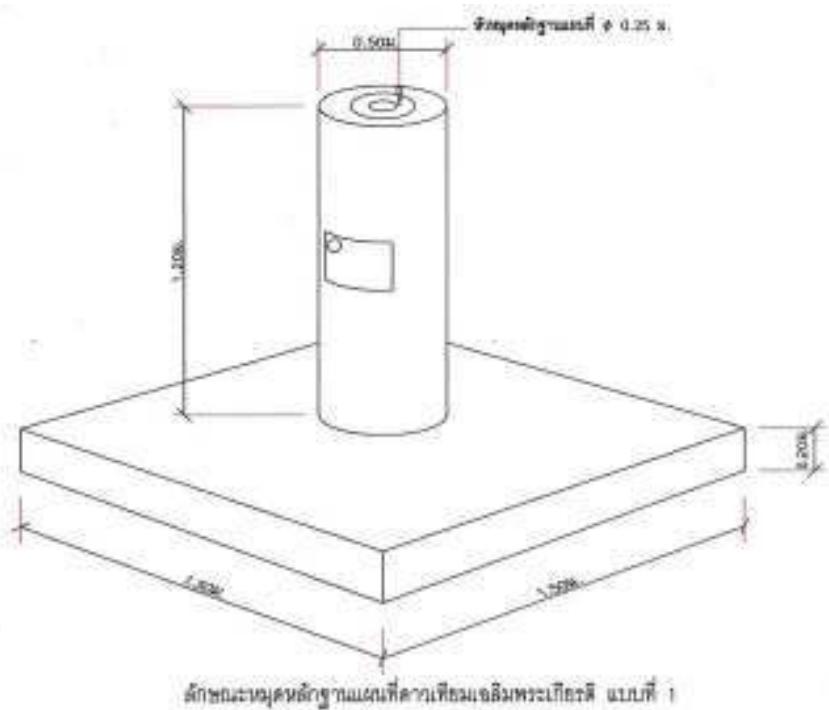


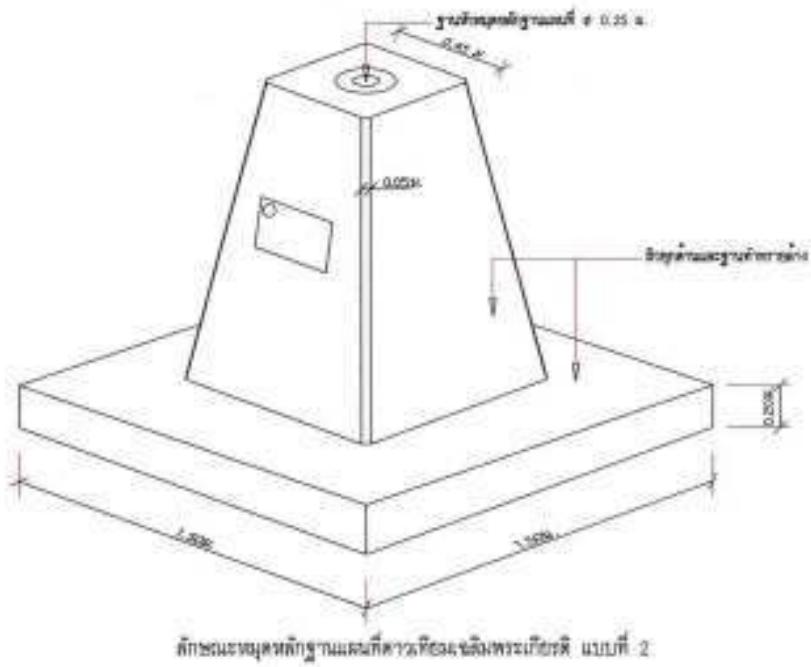
ลักษณะหัวหมุดดาวเทียมฐานบัน



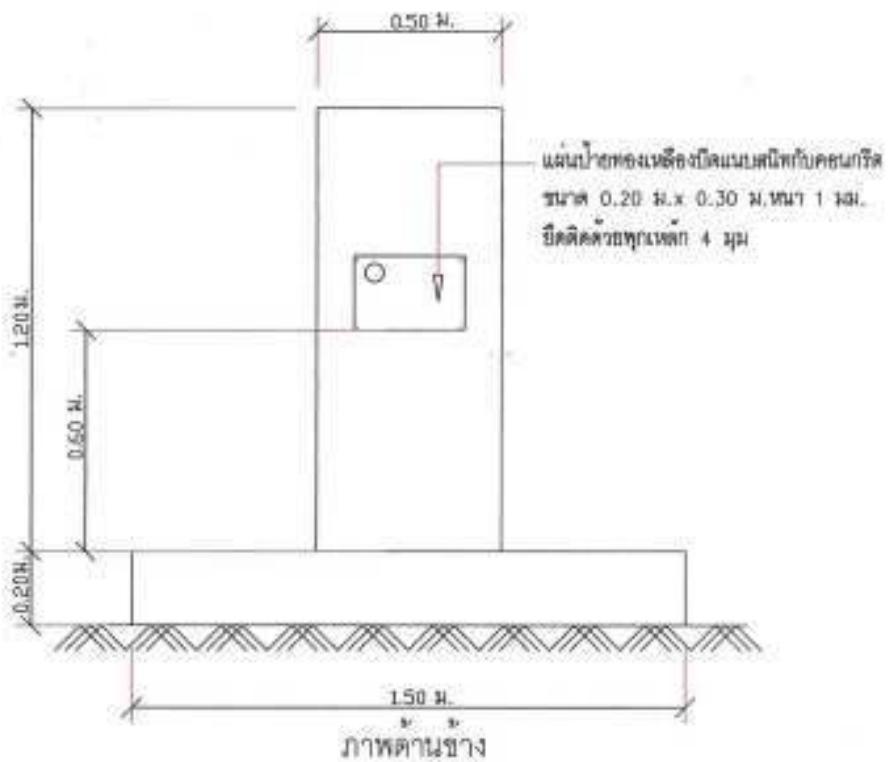
ลักษณะหัวหมุดทองเหลือง(ค.ป.)

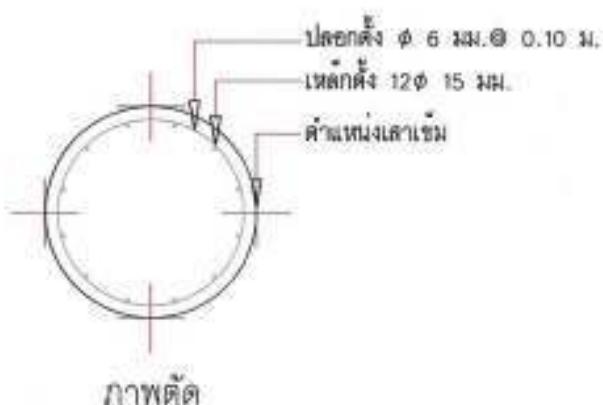
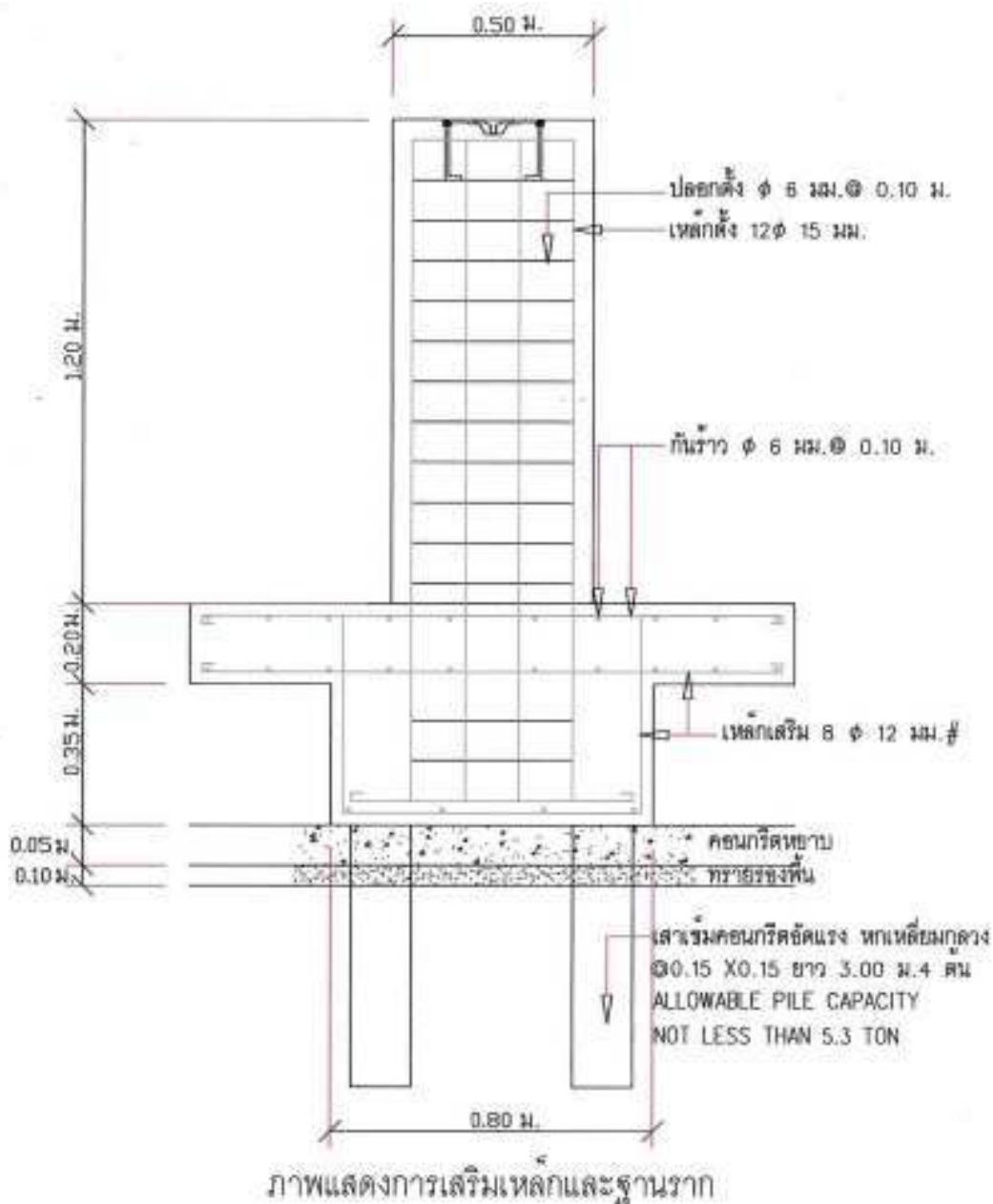
๒. หมุดหลักฐานแพนที่ดาวเทียมกรมที่ดินเคลมพระเกียรติ เป็นหมุดคอนกรีตสูง ๐.๒๐ เมตร วางอยู่บนฐานคอนกรีตขนาด $0.40 \times 0.40 \times 0.10$ เมตร ฐานรากตั้งบนเสาเข็มคอนกรีต ๔ ตัน ส่วนหัวเป็นสแตนเลสฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีต แผ่นป้ายสแตนเลสขึ้นสนิทกับเนื้อคอนกรีต บอกรายละเอียดด้านข้าง มี ๒ แบบคือ





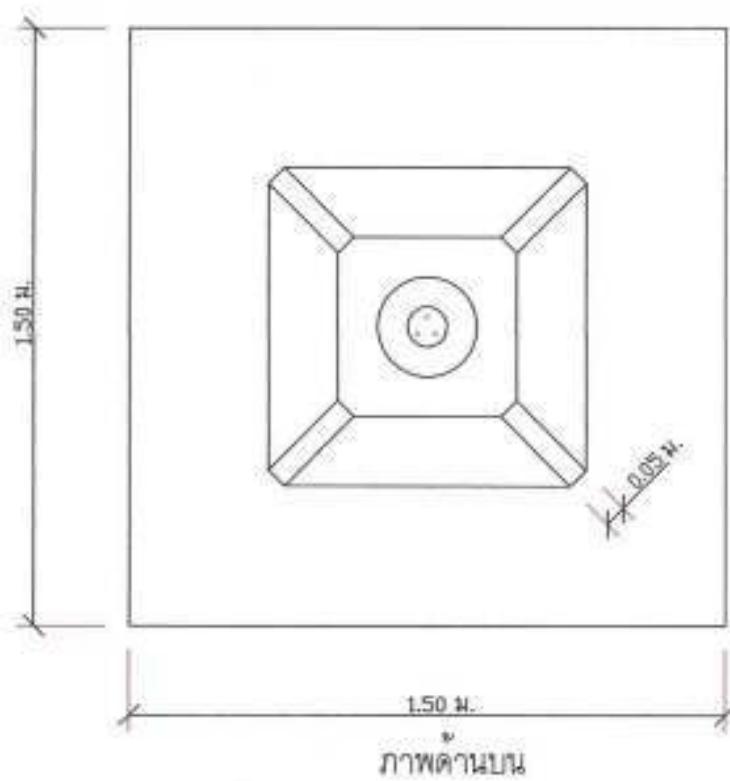
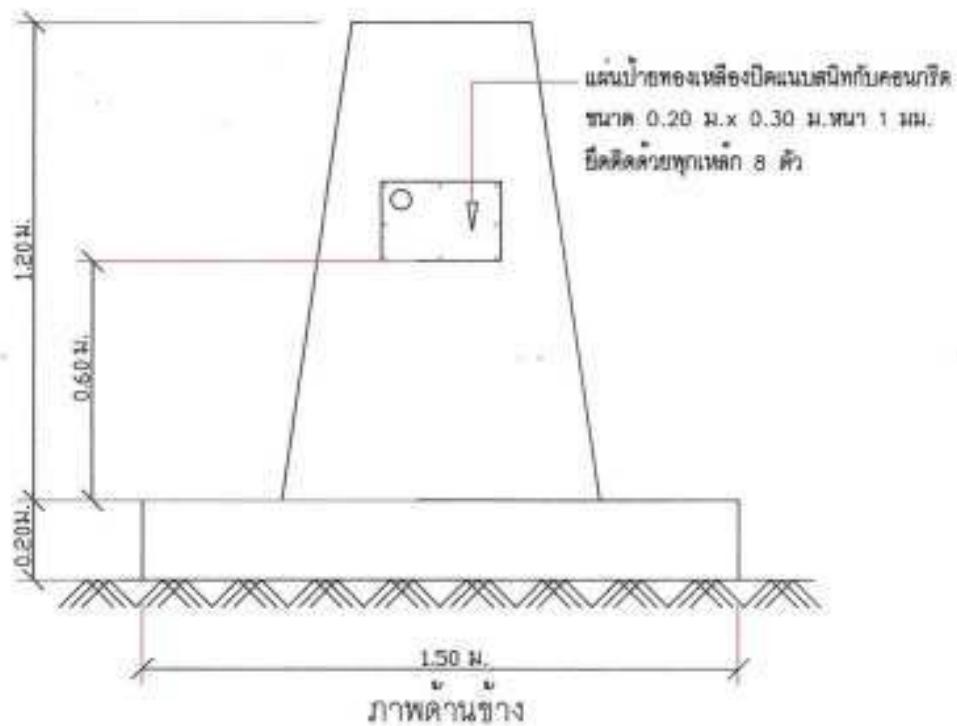
๒.๑ แบบที่ ๑ เป็นหมุดคอนกรีตเสริมเหล็กผิวเรียบรูปทรงกรวยออก เส้นผ่านศูนย์กลาง ๐.๕๐ เมตร โดยมีลักษณะและแบบดังนี้



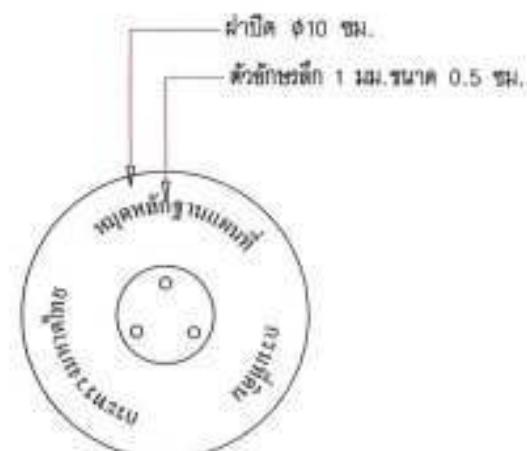
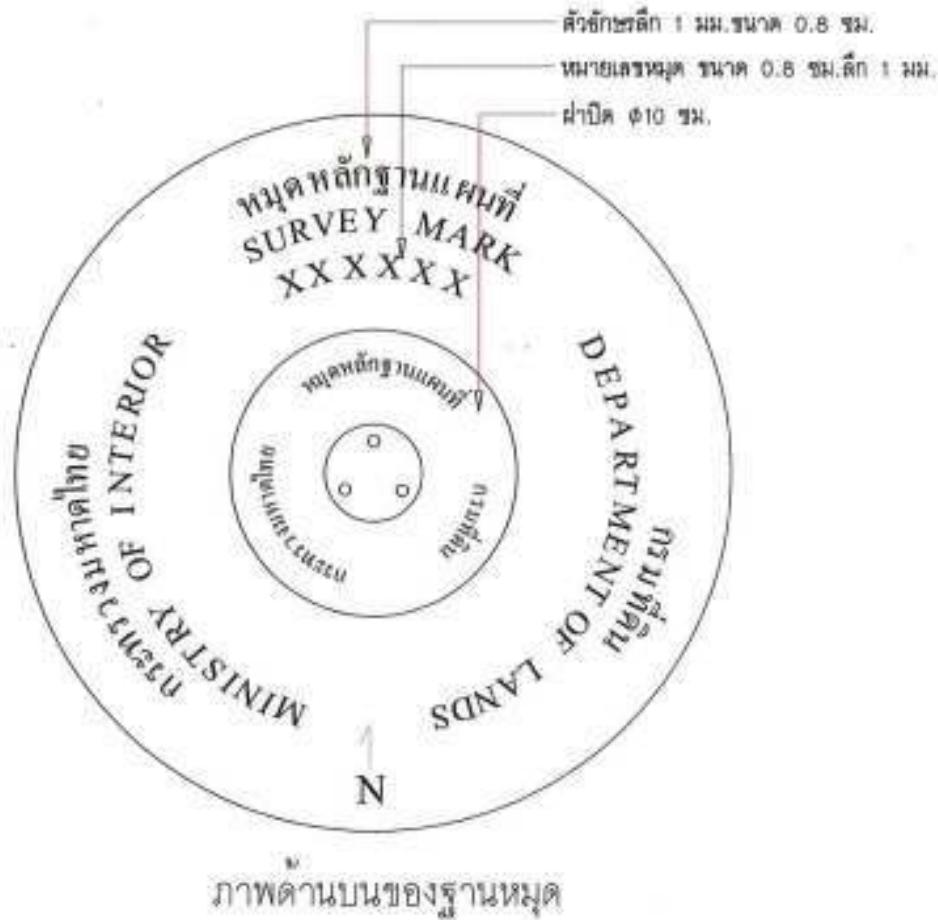


(ร่าง) ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. ๒๕๕๗

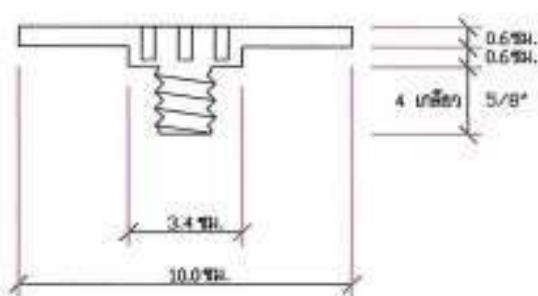
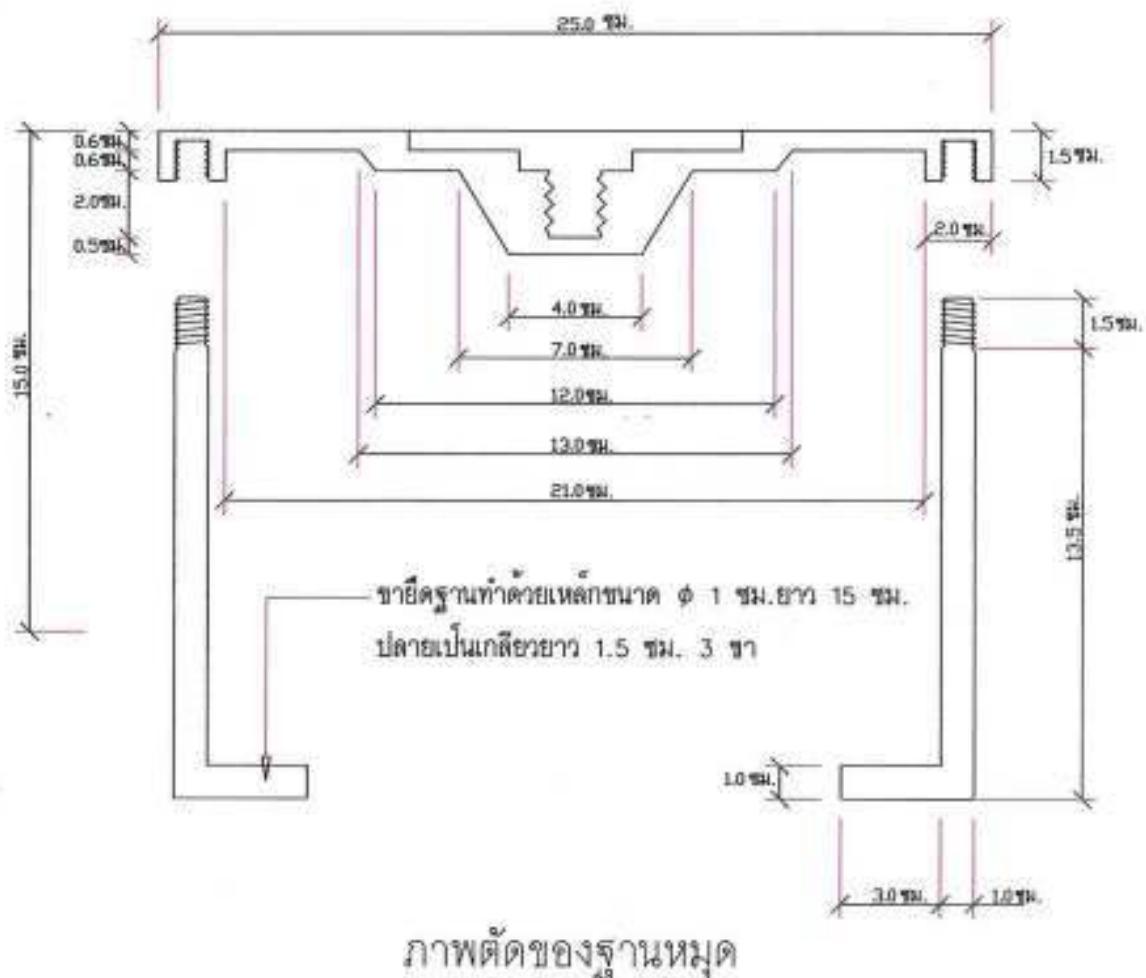
๒.๒ แบบที่ ๒ เป็นหมุดคอนกรีตเสริมเหล็กรูปทรงปรามิดหัวตัด โดยมีลักษณะและแบบดังนี้



แบบหัวหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรมที่ดินเฉลิมพระเกียรติ

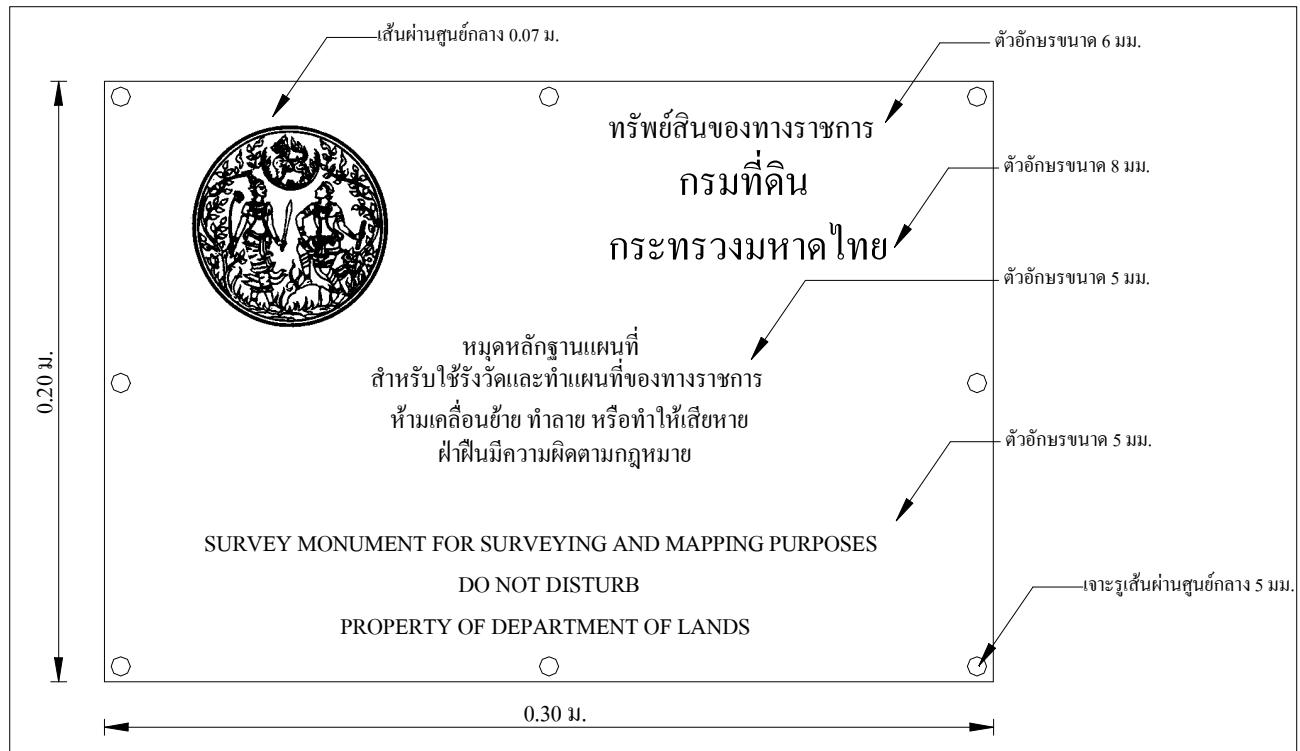


*
การดำเนินงานของผ้าปีกหัวหมุด

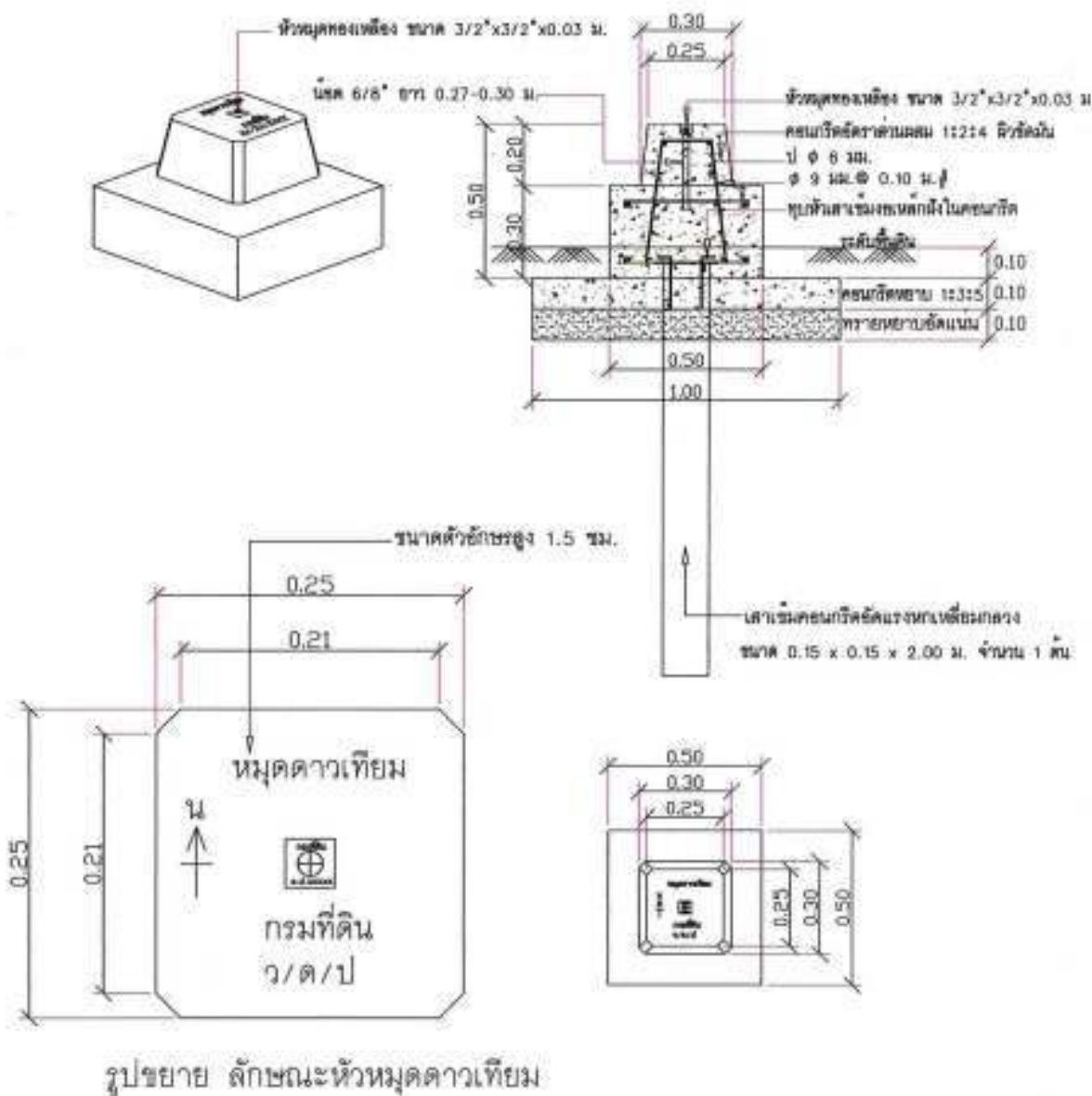


ภาพด้านข้างของฝ้าปิดหัวหมุด

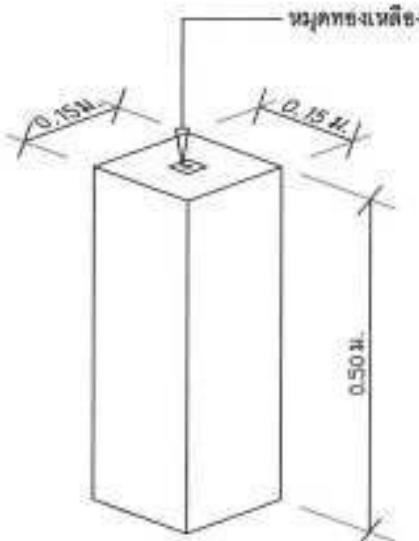
ແຜ່ນປ້າຍສະແດນເລສີບແນບສັນທິກັບຄອນກົງຕົດ



๓. หมุดหลักฐานแพนที่ดาวเทียมชนิดมั่นคงการ เป็นหมุดคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากระดับพื้นดิน ๐.๔๐ เมตร สูงจากฐานคอนกรีตได้ผิวดิน ๐.๕๐ เมตร วางอยู่บนฐานคอนกรีตได้ผิวดินขนาด $0.00 \times 0.00 \times 0.10$ เมตร ฐานรากตั้งบนเสาเข็มคอนกรีต ๑ ตัน ฝังหัวหมุดทองเหลืองในคอนกรีต โดยมีลักษณะและแบบดังนี้



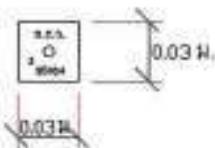
๔. หมุดดาวเทียม Rapid Static และ หมุดดาวเทียม RTK ให้ใช้หมุดคอนกรีตขนาด $0.05 \times 0.05 \times 0.50$ เมตร มีคำว่า “กรมที่ดิน” อุปกรณ์ควบคุม และ “พ.ศ.XXXX” อุปกรณ์เวลาล่าง และใช้หัวหมุดทองเหลืองเปลี่ยนรหัสหมุดไว้อ่าย่างชัดเจน โดยมีลักษณะและแบบดังนี้



ลักษณะหมุดดาวเทียม

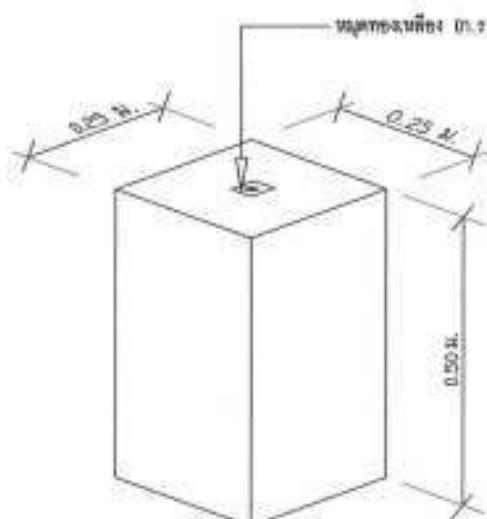


ลักษณะหมุดดาวเทียม

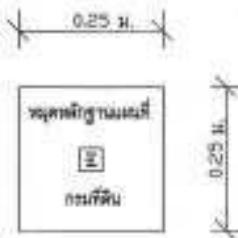


ลักษณะหมุดทองเหลือง (ก.ร.ภ)

๕. หมุดพยานดาวเทียม มีขนาด $0.15 \times 0.15 \times 0.50$ เมตร มีคำว่า “หมุดหลักฐานแผนที่” อุปกรณ์ควบคุม และ “กรมที่ดิน” อุปกรณ์เวลาล่าง และใช้หัวหมุดทองเหลืองเปลี่ยนรหัสหมุดไว้อ่าย่างชัดเจน



ลักษณะหมุดพยานดาวเทียม



ลักษณะหมุดพยานดาวเทียม

ภาคผนวก ข.
รหัสของหมุดดาวเทียม

รายการ	ชื่อหมุด
๑. รหัสของหมุดดาวเทียมที่ใช้ร่วมกับหน่วยงานอื่น	
๑.๑ ใช้ร่วมกับหมุดโครงข่ายสามเหลี่ยมของกรมแผนที่ทหาร หมายเลข 91	ใช้รหัส "D00091"
๑.๒ ใช้ร่วมกับหมุดโครงข่ายสามเหลี่ยมของกรมแผนที่ทหาร หมุดอื่น ๆ นอกจากข้อ ๑.๑	ใช้รหัส "D01" ตามด้วยเลขารบิกอิก 3 หลัก ตาม หมายเลข ของหมุดโครงข่ายสามเหลี่ยมนั้น เช่น "D01324" เป็นต้น
๑.๓ ใช้ร่วมกับหมุดวงรอบชั้นที่หนึ่งของกรมแผนที่ทหาร	ใช้รหัส "D02" ตามด้วยเลขารบิกอิก 3 หลัก ตาม หมายเลข ของหมุดวงรอบนั้น เช่น "D02293" เป็นต้น
๑.๔ ใช้ร่วมหมุดหลักฐานแผนที่ของหน่วยงานอื่น ๆ เช่น หมุดหลักฐานแผนที่ของกรมชลประทาน เป็นต้น	ใช้รหัส "D03" ถึง "D04" ตามด้วยเลขารบิกอิก 3 หลัก เช่น "D03324" เป็นต้น
๒. รหัสของหมุดดาวเทียมที่กรมที่ดินสร้างขึ้น	
๒.๑ หมุดดาวเทียมที่เป็นหมุดควบคุมหลัก (Major Control) ที่ได้จากการปรับแก้โครงข่ายหมุดดาวเทียมทั่วประเทศ	ใช้รหัส "D05" ตามด้วยเลขารบิกอิก 3 หลัก เช่น "D05020" เป็นต้น
๒.๒ หมุดดาวเทียม Static	ใช้รหัส "D1" ถึง "D4" ตามด้วยเลขารบิกอิก 4 หลัก เช่น "D10053" เป็นต้น
๒.๓ หมุดดาวเทียม Rapid Static	
๒.๓.๑ สร้างหมุดจากสถานีโครงข่าย (Network Base Station) เป็นหมุดออกหรือเข้าบอร์จส์ส์น์ โครงงานหมุดหลัก ฐานแผนที่หลักหรือสร้างเป็นสถานีฐาน	ใช้รหัส "D5" ถึง "D9" ตามด้วยเลขารบิกอิก 4 หลัก เช่น "D50053" เป็นต้น
๒.๓.๒ สร้างหมุดจากสถานีฐานเดียว (Single Base Station) เพื่อการสร้างระวังแผนที่ หรือเพื่อโภยชีดเก็บ รายละเอียดหรือเป็นหมุดออกหรือเข้าบอร์จส์ส์น์ โครงงานหมุดหลักฐานแผนที่บ่อขึ้นหรือเป็นหมุดออก หรือเข้าบอร์จส์ส์น์ โครงงานหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อ เก็บรายละเอียด	ใช้รหัส "T" และ "U" ตามด้วยรหัสจังหวัด และตามด้วย เลขารบิกอิก 5 หลัก แทนชื่อหมุด เช่น จังหวัดสระบุรี "T5900001" เป็นต้น

รหัสของหมุดดาวเทียม (ต่อ)

รายการ	ชื่อหมุด
๒.๔ หมุดดาวเทียม RTK	
๒.๔.๑ สร้างหมุดจากสถานีโครงข่าย (Network Base Station) เพื่อการสร้างวางแผนที่ หรือเพื่อโภยขีดเก็บรายละเอียด หรือเพื่อใช้หาก้าพิกัดหมุดหลักเขตที่ดิน	ใช้รหัส "V","W" และ "X" ตามด้วยรหัสจังหวัด และตามด้วยเลขารบิคือ 5 หลัก แทนชื่อหมุด เช่น จังหวัดชลบุรี "V0800001" เป็นต้น
๒.๔.๒ สร้างหมุดจากสถานีฐานเดียว (Single Base Station) เป็นหมุดออกหรือเข้าระบบเส้นโครงการแผนที่เก็บรายละเอียด	ใช้รหัส "A" ถึง "C" , "E" ถึง "H" และ "K" ถึง "Z" ยกเว้น "O","T","U" , "V","W" และ "X" ตามด้วยรหัสจังหวัด และตามด้วยเลขารบิคือ 4 หลักแทนชื่อหมุด เช่น จังหวัดกาญจนบุรี "E020001" เป็นต้น
๒.๕ หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมชนิดมั่นคงดาวรุน	ใช้รหัส "2" ตามด้วยเลขารบิคือ 5 หลัก เช่น "200447" เป็นต้น
๓. หมุดพยานดาวเทียมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบตำแหน่งของหมุดดาวเทียม Static	ใช้รหัสหมุดดาวเทียมนั้น ตามด้วยเครื่องหมาย "/" และเลขารบิคือ 1 หลัก เช่น "D11145/1" เป็นต้น

รหัสจังหวัดสำหรับชื่อหมุดดาวเทียม

รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด	รหัส	จังหวัด
01	กรุงปี	21	นครราชสีมา	41	ภูเก็ต	61	สุราษฎร์ธานี
02	กาญจนบุรี	22	นครศรีธรรมราช	42	มหาสารคาม	62	สุรินทร์
03	กำแพงเพชร	23	นครสวรรค์	43	แม่อ่องสอน	63	สุโขทัย
04	ขอนแก่น	24	นนทบุรี	44	ยะลา	64	สงขลา
05	จันทบุรี	25	นราธิวาส	45	ระนอง	65	สิงห์บุรี
06	ฉะเชิงเทรา	26	น่าน	46	ระยอง	66	หนองคาย
07	ชลบุรี	27	บุรีรัมย์	47	ราชบุรี	67	อ่างทอง
08	ชัยนาท	28	ปทุมธานี	48	ร้อยเอ็ด	68	อุตรดิตถ์
09	ชัยภูมิ	29	ปัตตานี	49	ลพบุรี	69	อุบลราชธานี
10	เชียงราย	30	ประจวบคีรีขันธ์	50	เลย	70	เชียงใหม่
11	เชียงใหม่	31	ปราจีนบุรี	51	ลำปาง	71	อุทัยธานี
12	พะเยา	32	พังงา	52	ลำพูน	72	มีนบุรี
13	พะเยา	33	พัทลุง	53	ศรีสะเกษ	73	รัฐบุรี
14	พิษณุโลก	34	พระนครศรีอยุธยา	54	สกลนคร	74	บึงกาฬ
15	พิษณุโลก	35	พิษณุโลก	55	สตูล	75	อำนาจเจริญ
16	พิจิตร	36	เพชรบุรี	56	สมุทรปราการ	76	ตราด
17	พิจิตร	37	เพชรบูรณ์	57	สมุทรสงคราม	77	สระแก้ว
18	เพชรบูรณ์	38	เพชรบุรี	58	สระบุรี	78	หนองบัวลำภู
19	สระบุรี	39	สระbum	59	สุพรรณบุรี	79	อุบลราชธานี
20	สุพรรณบุรี	40	แพร่	60	สุพรรณบุรี		

ภาคผนวก ค.

สัญลักษณ์และการสร้างหมุดดาวเทียม

๑. สัญลักษณ์หมุดดาวเทียมและหมุดพยานดาวเทียม

๑.๑ หมุดดาวเทียม Static หมุดดาวเทียม Rapid Static และหมุดดาวเทียม RTK ให้ใช้สัญลักษณ์ เป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๓ มิลลิเมตร และมีสามเหลี่ยมด้านเท่าอยู่ภายนอก

๑.๒. หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมกรณีดินเนินพระเกียรติ และหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมชนิดมั่นคงการ ให้ใช้สัญลักษณ์ เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3×3 มิลลิเมตร และมีสี่เหลี่ยมอยู่ภายนอก

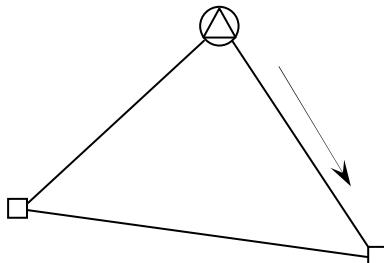
๑.๓. หมุดพยานดาวเทียม ให้ใช้สัญลักษณ์ ขนาด 2×2 มิลลิเมตร

๔. กากของทิศ ให้ใช้สัญลักษณ์ ↑

๒. การสร้างหมุดดาวเทียม

๒.๑. การสร้างหมุดดาวเทียม Static

ให้สร้างหมุดพยานดาวเทียมขึ้นอีก ๒ หมุด ประกอบกันเป็นรูปสามเหลี่ยม และให้รังวัดมุมรอบจุดทั้งสาม โดยคู่หูหมุดที่จะทำการรังวัดอาชิมุททางค่าราศตร์จากดาวหรือคำนวนอาชิมุจากการรับสัญญาณดาวเทียม ต้องมีระยะไม่น้อยกว่า ๔๐๐ เมตร



๒.๒ การสร้างหมุดดาวเทียม Rapid Static

การสร้างหมุดดาวเทียม Rapid Static เพื่อเป็นสถานีฐานหรือเพื่อเป็นหมุดอุกหรือเข้าบรรจบเดือน โครงการหมุดหลักฐานแผนที่ ให้สร้างจำนวน ๓ หมุด โดยมีระยะห่างระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ เมตร ในกรณีที่สร้างหมุดดาวเทียม Rapid Static เพื่อสร้างระวังแผนที่ หรือเพื่อโยงยืดเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดอุกหรือเข้าบรรจบเดือน โครงการหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อกีบรายละเอียด หรือเป็นหมุดอุกหรือเข้าบรรจบเดือน โครงการหมุดหลักฐานแผนที่ย่อย ให้มีระยะห่างระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ เมตร

๒.๓ การสร้างหมุดดาวเทียม RTK

การสร้างหมุดดาวเทียม RTK เพื่อสร้างระวังแผนที่ หรือเป็นหมุดเพื่อโยงยืดเก็บรายละเอียด หรือเป็นหมุดอุกหรือเข้าบรรจบเดือน โครงการหมุดหลักฐานแผนที่เพื่อกีบรายละเอียด ให้สร้างจำนวน ๓ หมุด โดยมีระยะห่างระหว่างหมุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ เมตร

ภาคผนวก จ.

คุณลักษณะของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม วิธีการรับสัญญาณดาวเทียม และการคำนวณ

คุณลักษณะของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม วิธีการรับสัญญาณดาวเทียม และการคำนวณ ให้มี
หลักเกณฑ์และข้อกำหนดดังต่อไปนี้

๑. การรับสัญญาณดาวเทียม แบบสถิต (Static)

รายการ	ข้อกำหนด
๑. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ 2 ความถี่ ขึ้นไปและไม่น้อยกว่า 12 ช่องรับสัญญาณ
๑.๑ ความถี่และจำนวนช่องของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	
๑.๒ ความคลาดเคลื่อนของการรังวัด	ไม่เกิน $\pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐาน)
๑.๓ การรับข้อมูล	ให้รับข้อมูลทั้งที่เป็นแบบรหัสและคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
๑.๔ อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม	ไม่มากกว่า 15 วินาทีต่อครั้ง
๒. วิธีการรับสัญญาณดาวเทียม	
๒.๑ จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 5 ดวง
๒.๒ มุมกันท้องฟ้า (Mask Angle)	ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
๒.๓ ระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม	ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
๒.๔ จำนวนหมุดความคุ้มทางระบายนครองข่าย	ไม่น้อยกว่า 3 หมุด
๒.๕ จำนวนหมุดความคุ้มทางดึงในนครองข่าย	ไม่น้อยกว่า 4 หมุด
๒.๖ ชนิดของหมุดความคุ้มในนครองข่าย	ใช้หมุดดาวเทียม Static
๒.๗ จำนวนครั้งและจำนวนเครื่องในการรับสัญญาณ ดาวเทียมต่อหนึ่งหมุด	ไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง และต่างเครื่องรับสัญญาณ
๒.๘ จำนวนเส้นฐานต่อหนึ่งหมุด	ไม่น้อยกว่า 3 เส้นฐาน
๒.๙ ลักษณะของนครองข่าย	
๒.๙.๑ ลักษณะรูปเหลี่ยม (Polygon) ของนครองข่าย	เป็นรูปปิด สามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม ต่อเนื่องกัน
๒.๙.๒ ความคลาดบรรจบ (error of closure)	ไม่ต่ำกว่า 1 : 100,000
๒.๙.๓ ความแม่นยำของรูปทรงเรขาคณิตดาวเทียม (Geometric Dilution of Precision, GDOP)	ไม่มากกว่า 8 (โดยต้องคำนวณ GDOP ล่วงหน้า)
๒.๑๐ การคำนวณเส้นฐาน	เป็นแบบ Iono free fixed
๒.๑๑ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคำนวณเส้นฐาน	ไม่เกิน 0.03 เมตร
๒.๑๒ ค่า Residual ในการคำนวณปรับแก้ครองข่ายทางระบายนครอง และทางดึง	ไม่เกิน 0.10 เมตร

(ร่าง) ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. ๒๕๕๗

๒. การรับสัญญาณดาวเทียม แบบสถิตอย่างเร็ว (Rapid or Fast Static) มี ๒ แบบ คือ

๒.๑ แบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

รายการ	ข้อกำหนด
๑. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	
๑.๑ ความถี่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมดังต่อไปนี้ ความถี่ชั้นไป
๑.๒ ความคลาดเคลื่อนของการรังวัด	ไม่เกิน $\pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ ของระยะเดือนฐาน
๑.๓ การรับข้อมูล	ให้รับข้อมูลทั้งที่เป็นแบบรหัสและกลืนส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
๑.๔ อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม	ไม่มากกว่า 1 วินาทีต่อครั้ง
๒. วิธีการรับสัญญาณดาวเทียม	
๒.๑ จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 5 ดวง
๒.๒ มุมกึ่นท่องฟ้า (Mask Angle)	ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
๒.๓ เวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม	
๒.๓.๑ กรณีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ 1 ความถี่	
- ระยะเดือนฐาน ไม่เกิน 5 กิโลเมตร	ให้รับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 20 นาที
- ระยะเดือนฐาน 5-10 กิโลเมตร	ให้รับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 30 นาที
๒.๓.๒ กรณีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ 2 ความถี่	
- ระยะเดือนฐาน ไม่เกิน 5 กิโลเมตร	ให้รับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 10 นาที
- ระยะเดือนฐาน 5-10 กิโลเมตร	ให้รับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 20 นาที
๒.๔ จำนวนหมุดควบคุมทางรามในโครงข่าย	ไม่น้อยกว่า 3 หมุด
๒.๕ ชนิดของหมุดควบคุมในโครงข่าย	ให้ใช้หมุดดาวเทียม Static
๒.๖ จำนวนเส้นฐานต่อหนึ่งหมุด	ไม่น้อยกว่า 3 เส้น
๒.๗ การคำนวณเดือนฐาน	
๒.๗.๑ กรณีเครื่องรับสัญญาณแบบ 1 ความถี่	ให้คำนวณแบบ L1 fixed
๒.๗.๒ กรณีเครื่องรับสัญญาณแบบ 2 ความถี่ชั้นไป	ให้คำนวณ แบบ Iono free fixed
๒.๘ ลักษณะของโครงข่าย	
๒.๘.๑ ลักษณะรูปเหลี่ยม (Polygon) ของโครงข่าย	เป็นรูปปิด สามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม ต่อเนื่องกัน
๒.๘.๒ ความคลาดบรรจุ (error of closure)	ไม่ต่ำกว่า 1 : 100,000
๒.๘.๓ ความแม่นยำของรูปทรงเรขาคณิตดาวเทียม (Geometric Dilution of Precision, GDOP)	ไม่มากกว่า 8 (โดยต้องคำนวณ GDOP ล่วงหน้า)
๒.๙ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคำนวณเดือนฐาน	ไม่มากกว่า 0.05 เมตร
๒.๑๐ ค่า Residual ในการคำนวณปรับแก้โครงข่าย ทางราม	ไม่มากกว่า 0.10 เมตร
๒.๑๑ ค่า Residual ในการคำนวณปรับแก้โครงข่าย ทางดึง	ไม่มากกว่า 0.15 เมตร

(ร่าง) ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. ๒๕๕๗

๒.๒ แบบสถานีฐานเดี่ยว (Single Base Station)

รายการ	ข้อกำหนด
๑. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	
๑.๑ ความถี่และจำนวนช่องของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ 2 ความถี่ขึ้นไป และไม่น้อยกว่า 12 ช่องรับสัญญาณ
๑.๒ ความคลาดเคลื่อนของการรังวัด	ไม่เกิน $\pm (10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐาน)
๑.๓ การรับข้อมูล	ให้รับข้อมูลทั้งที่เป็นแบบรหัสและคลื่นส่าง (Code and Carrier Phase Observation)
๑.๔ อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม	1 วินาทีต่อครั้ง และไม่น้อยกว่า 10 นาที
๒. วิธีการรับสัญญาณดาวเทียมและคำนวณค่าพิกัด	
๒.๑ จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 5 ดวง
๒.๒ มุมกืนท้องฟ้า (Mask Angle)	ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
๒.๓ เวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม ระยะเส้นฐานไม่เกิน 10 กิโลเมตร	ให้รับสัญญาณไม่น้อยกว่า 20 นาที
๒.๔ วิธีการคำนวณค่าพิกัด	ใช้แบบ Ambiguity Fixed Solution
๒.๕ สถานีฐาน	ใช้ใช้หมุดดาวเทียม Static หรือหมุดดาวเทียม Rapid Static
๒.๖ การตรวจสอบสถานีฐาน	
๒.๖.๑ ตรวจสอบกับหมุดพยานดาวเทียมของสถานีฐาน	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.05 เมตร
๒.๖.๒ ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Static	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.10 เมตร
๒.๖.๓ ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Rapid Static	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.12 เมตร
๒.๖.๔ ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม RTK	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.15 เมตร
๒.๗ เปรียบเทียบผลการคำนวณมูนและระยะของหมุดดาวเทียมกับการรังวัดมูนและระยะของหมุดดาวเทียมโดยตรง	
๒.๗.๑ ระยะ	ค่าต่างไม่เกิน 1 : 5,000
๒.๗.๒ มุม	ค่าต่างไม่เกิน 30 พลิปดา

๓. การรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ให้ค่าพิกัดทันที ณ เวลาทำการรังวัด (Real Time Kinematics, RTK)

มี ๒ แบบ คือ

๓.๑ แบบสถานีโครงข่าย (Network Base Station)

รายการ	ข้อกำหนด
๑. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	
๑.๑ ความถี่และจำนวนช่องของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ 2 ความถี่ขึ้นไป และไม่น้อยกว่า 12 ช่องรับสัญญาณ
๑.๒ ความคลาดเคลื่อนของการรังวัด	ไม่เกิน $\pm (10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐาน)
๑.๓ การรับข้อมูล	ให้รับข้อมูลทั้งที่เป็นแบบรหัสและคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
๑.๔ อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม	1 วินาทีต่อครั้ง และไม่น้อยกว่า 180 ข้อมูล (epoch)
๒. วิธีการรับสัญญาณดาวเทียมและคำนวนค่าพิกัด	
๒.๑ จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 5 ดวง
๒.๒ มุมกันท้องฟ้า (Mask Angle)	ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
๒.๓ วิธีการคำนวนค่าพิกัด	ใช้แบบ Ambiguity Fixed Solution

๓.๒ แบบสถานีฐานเดียว (Single base Station)

รายการ	ข้อกำหนด
๑. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	
๑.๑ ความถี่และจำนวนช่องของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ 2 ความถี่ขึ้นไป และไม่น้อยกว่า 12 ช่องรับสัญญาณ
๑.๒ ความคลาดเคลื่อนของการรังวัด	ไม่เกิน $\pm (10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐาน)
๑.๓ การรับข้อมูล	ให้รับข้อมูลทั้งที่เป็นแบบรหัสและคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
๑.๔ อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม	1 วินาทีต่อครั้ง และไม่น้อยกว่า 180 ข้อมูล (epoch)
๒. วิธีการรับสัญญาณดาวเทียมและคำนวนค่าพิกัด	
๒.๑ จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 5 ดวง
๒.๒ มุมกันท้องฟ้า (Mask Angle)	ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
๒.๓ วิธีการคำนวนค่าพิกัด	ใช้แบบ Ambiguity Fixed Solution
๒.๔ สถานีฐาน	ให้ใช้หมุดดาวเทียม Static หรือหมุดดาวเทียม Rapid Static

รายการ	ข้อกำหนด
๒.๕ การตรวจสอบสถานีฐาน	
๒.๕.๑ ตรวจสอบกับหมุดพยานดาวเทียมของสถานีฐาน	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.05 เมตร
๒.๕.๒ ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Static	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.10 เมตร
๒.๕.๓ ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม Rapid Static	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.12 เมตร
๒.๕.๔ ตรวจสอบกับหมุดดาวเทียม RTK	ค่าต่างจากพิกัดเดิมไม่เกิน 0.15 เมตร
๒.๖ เปรียบเทียบผลการคำนวนมุมและระยะของหมุดดาวเทียม RTK กับการรังวัดมุมและระยะของหมุดดาวเทียม RTK โดยตรง	
๒.๖.๑ ระยะ	ค่าต่างไม่เกิน 1 : 5,000
๒.๖.๒ มุม	ค่าต่างไม่เกิน 30 พลิปดา

๔. การรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อหาค่าภาคของทิศ

รายการ	ข้อกำหนด
๑. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	ให้ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมดังแต่ 2 ความถี่ชั้นไป และไม่น้อยกว่า 12 ช่องรับสัญญาณ
๑.๑ ความถี่และจำนวนช่องของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	
๑.๒ ความคลาดเคลื่อนของการรังวัด	ไม่เกิน $\pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ ของระยะเส้นฐาน)
๑.๓ การรับข้อมูล	ให้รับข้อมูลทั้งที่เป็นแบบรหัสและคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
๑.๔ อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม	ไม่นานกว่า 15 วินาทีต่อครั้ง
๒. วิธีการรับสัญญาณดาวเทียม	
๒.๑ จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 5 ดวง
๒.๒ มุมกันท่องฟ้า (Mask Angle)	ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
๒.๓ ระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม	ให้รับสัญญาณดาวเทียม 2 ช่วงเวลา ต่างเครื่องรับสัญญาณ แต่ละช่วงเวลาห่างกันไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง โดยให้รับสัญญาณในแต่ละช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 40 นาที
๒.๔ ความแม่นยำของรูปทรงเรขาคณิตดาวเทียม (Geometric Dilution of Precision, GDOP)	ไม่นานกว่า 8 (โดยต้องคำนวณ GDOP ล่วงหน้า)
๒.๕ การคำนวนเส้นฐาน	เป็นแบบ Iono free fixed
๒.๖ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคำนวนเส้นฐาน	ไม่นานกว่า 0.03 เมตร
๒.๗ ค่าความแตกต่างของภาคของทิศ	คำนวนค่าภาคของทิศจากผลการรับสัญญาณดาวเทียม 2 ช่วงเวลา แตกต่างไม่นานกว่า 20 พลิปดา

(ร่าง) ระเบียบกรมที่ดิน ว่าด้วยการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม พ.ศ. ๒๕๕๗

ภาคผนวก จ.

แบบพิมพ์ แบบรายงานแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับหมุดดาวเทียมและการรับสัญญาณดาวเทียม

๑. แบบพิมพ์และแบบรายงานที่จัดทำในภาคสนามจะบันทึกต่อไปนี้

- ๑.๑ ใบสรุปหน้าหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๑๕) ใช้เพื่อสรุปมุมและระยะที่ได้จากการรังวัด
- ๑.๒ แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๑๖) ใช้เขียนแผนที่สังเขปที่ตั้งหมุดดาวเทียม
- ๑.๓ รายการรังวัดหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๑๗) ใช้เขียนรายละเอียดโดยย่อของหมุดดาวเทียม
- ๑.๔ รายการรังวัดมุมและระยะ (ร.ว. ๑๘ ก) ใช้เขียนรายการรังวัดมุมและระยะ
- ๑.๕ รายงานการรับสัญญาณดาวเทียม (ร.ว. ๑๙) ใช้เขียนรายงานการสัญญาณดาวเทียม

๒. แบบพิมพ์และแบบรายงานที่จัดทำขึ้นภายหลังการบันทึกต่อไปนี้

- ๒.๑ ใบสรุปหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๑๕ ก) ใช้เพื่อสรุปรายละเอียด ค่าพิกัด มุม ระยะ ค่าภาคของทิศ ของหมุดดาวเทียมจากการรับสัญญาณดาวเทียม
- ๒.๒ ใบสรุปหมุดดาวเทียม Rapid Static (ร.ว. ๑๕ ข) ใช้เพื่อสรุปรายละเอียด ค่าพิกัด มุม ระยะ ค่าภาคของทิศของหมุดดาวเทียม Rapid Static เพื่อการสร้างธรรวาณ์ จากการรับสัญญาณดาวเทียม
- ๒.๓ รายละเอียดหมุดดาวเทียม กรมที่ดิน (ร.ว. ๑๖ ก) ใช้เขียนแผนที่สังเขปที่ตั้งหมุดดาวเทียม
- ๒.๔ รายละเอียดโดยย่อหมุดดาวเทียม ภาพถ่ายแสดงหมุดดาวเทียม และค่าพิกัดของหมุดดาวเทียม Static
- ๒.๕ ค่าพิกัดหมุดดาวเทียม (ร.ว. ๑๗ ก) ใช้แสดงรายละเอียดค่าพิกัดหมุดดาวเทียมเพื่อส่งประกาศ ใช้ราชการ
- ๒.๖ รายละเอียดฐานข้อมูลการรังวัดหมุดดาวเทียม Rapid Static หรือ หมุดดาวเทียม RTK (ร.ว. ๑๗ ข) ใช้แสดงรายละเอียดข้อมูลของหมุดและรายละเอียดจากการรับสัญญาณดาวเทียมของหมุดดาวเทียม Rapid Static หรือหมุดดาวเทียม RTK
- ๒.๗ ผลการรังวัด AZIMUTH ด้วยการรับสัญญาณดาวเทียม GPS (ร.ว. ๑๙ ก) ใช้แสดงค่าภาคของทิศ ที่ได้จากการคำนวณด้วยค่าพิกัดจากการรับสัญญาณดาวเทียม
- ๒.๘ ข้อมูลการคำนวณอาชิมุทจากดาว (ร.ว. ๑๘) ใช้แสดงข้อมูลของดาวเพื่อใช้ในการคำนวณ ค่าภาคของทิศ
- ๒.๙ รายการรังวัดอาชิมุทจากดาว (ร.ว. ๑๙ ก) ใช้แสดงรายการรังวัดดาวเพื่อใช้ในการคำนวณ ค่าภาคของทิศ

(ร.ว.๓๖)

แผนที่สังเขปหมุดดาวเทียม

ชื่อหมุด..... คป..... ผู้รังวัด.....
หมู่บ้าน..... ตำบล..... ระหว่าง.....
อำเภอ..... จังหวัด.....

↑
น

รายละเอียดทางเข้าหมุด

(ร.ว.๓๗)

รายการรังวััดหมุดดาวเทียม.....

หมู่บ้าน..... ตำบล..... แผนที่.....
อำเภอ..... จังหวัด..... ประจำ.....
วันที่..... ผู้รังวัด.....
(.....)

๔
↑

(ร.ว. ๓๔)

แบบรายงานการรับสัญญาณดาวเทียม

SESS/DATE	DATA	GPS1	GPS2	GPS3	GPS4
Session :	File Name :	-----	-----	-----	-----
	Point Name :	-----	-----	-----	-----
	Start Time :	-----	-----	-----	-----
	End Time :	-----	-----	-----	-----
Date :	GPS Type :	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Leica Sokkia
	Height Method :	G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	G.Plan No G.Plan True Vertical
	Height :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
	Offset :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
Session :	File Name :	-----	-----	-----	-----
	Point Name :	-----	-----	-----	-----
	Start Time :	-----	-----	-----	-----
	End Time :	-----	-----	-----	-----
Date :	GPS Type :	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Leica Sokkia
	Height Method :	G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	G.Plan No G.Plan True Vertical
	Height :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
	Offset :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
Session :	File Name :	-----	-----	-----	-----
	Point Name :	-----	-----	-----	-----
	Start Time :	-----	-----	-----	-----
	End Time :	-----	-----	-----	-----
Date :	GPS Type :	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Leica Sokkia
	Height Method :	G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	G.Plan No G.Plan True Vertical
	Height :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
	Offset :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
Session :	File Name :	-----	-----	-----	-----
	Point Name :	-----	-----	-----	-----
	Start Time :	-----	-----	-----	-----
	End Time :	-----	-----	-----	-----
Date :	GPS Type :	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Leica Sokkia
	Height Method :	G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	G.Plan No G.Plan True Vertical
	Height :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
	Offset :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
Session :	File Name :	-----	-----	-----	-----
	Point Name :	-----	-----	-----	-----
	Start Time :	-----	-----	-----	-----
	End Time :	-----	-----	-----	-----
Date :	GPS Type :	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Sokkia	Trimble Leica Sokkia
	Height Method :	G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	No G.Plan True Vertical	G.Plan No G.Plan True Vertical
	Height :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร
	Offset :	. เมตร	. เมตร	. เมตร	. เมตร

(ร.ว.๓๕๑)

ใบสรุปหน้าหมุดดาวเทียม

บ้าน -

ระหว่าง

สถานีฐาน

ตัวบก

จั่งก่อ

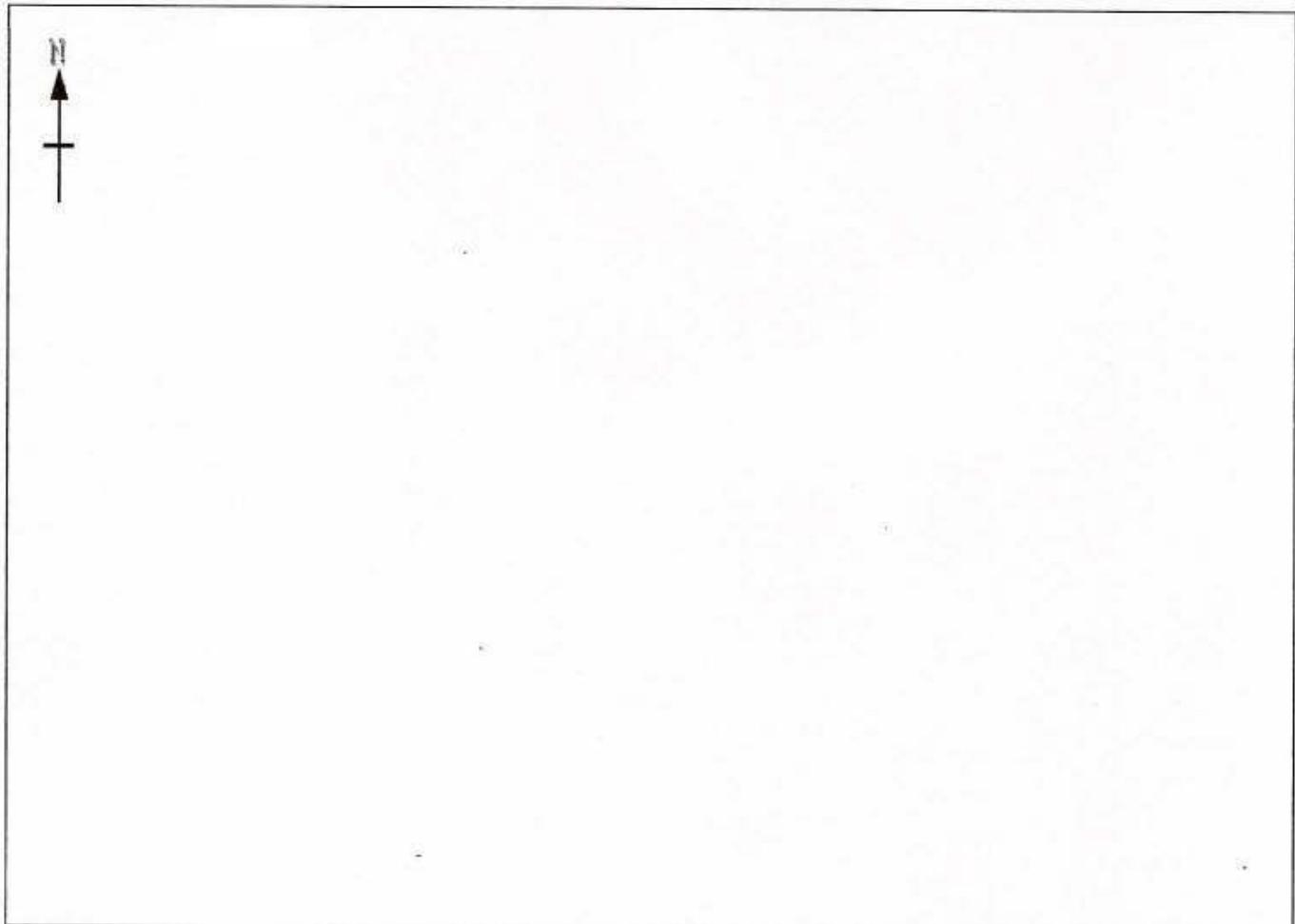
จังหวัด

C=

ไทย 47 (Indian 1975 Datum)

สถานีฐาน

ชื่อหมุด	พิกัดเหนือ	พิกัดตะวันออก	หมุนที่ค่านวนไปได้ ° ′ ″	ภาคของพิก. ° ′ ″	ระยะทาง	ตัวคุณภาพส่วน (K)	ความสูง (H)
D21941							
D72818							
D72819							
D21941							
D72818							



ลงชื่อ.....ผู้รับสัญญาณฯ

(.....)

รัฐวัฒน์ / /

ลงชื่อ.....ผู้กำกับการรังวัด

(.....)

วันที่ / /

สำนักงานในไอเดียเพนที ถนนที่ดิน

โทร 0-25033367

ຫຳປາສ

ຈົກກັດ
ຈົກກັດ

ສານເຖິນ 1

E =

ລັດຕະບູນ	ສານເຖິນ 1			ສານເຖິນ 2			N			E =		
	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ
				ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ	ຫຼັງຈາກ

ຈົກກັດ

()

ຈົກກັດ

ຫຼັງຈາກ

()

ຫຼັງຈາກ

ຫຼັງຈາກ

ຫຼັງຈາກ

()

ຫຼັງຈາກ

ຫຼັງຈາກ

ຫຼັງຈາກ

()

ຫຼັງຈາກ

รายละเอียด หมุดดาวเทียม กรมที่ดิน

ชื่อหมุด _____ แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ลำดับชุด L7017 หมายเลขแผนที่ _____

บ้าน _____ ตำบล _____ อำเภอ _____ จังหวัด _____

ค่าที่ตั้งบนพื้นหลังฐาน INDIAN 1975		ค่าที่ตั้งบนพื้นหลังฐาน WGS 1984		ความสูงจากระดับ น้ำทะเลปานกลาง
ค่าที่ตั้งภูมิศาสตร์	ค่าที่ตั้งจาก UTM โซน	ค่าที่ตั้งภูมิศาสตร์	ค่าที่ตั้งจาก UTM โซน	
LAT _____ N.	N. _____	LAT _____ N.	N. _____	
LONG _____ E.	E. _____	LONG _____ E.	E. _____	

อาชีวุญา รั้งวัดจากหมุด _____ ไปยังหมุด _____ ค่าอาชีวุญา _____

แผนที่แสดงที่ดินหมุด

ภาพถ่ายแสดงหมุด

แผนที่รายละเอียดหมุด

รายละเอียดทางเข้าหมุด

สรุปรายละเอียด หมุด-รั้งปะ

ผลการรังวัด AZIMUTH ด้วยการรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS

รังวัดจากหมุด

ไปหมุด

จังหวัด

ค่าพิกัด N

ค่าพิกัด N

E

E

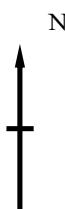
ระยะแผนที่

ม.

กม.

Grid Azimuth

ชื่อหมุด	หมุนรังวัด	Grid Azimuth



(_____)

(_____)

(_____)

ผู้รับสัญญาณ

ผู้กำกับการรังวัด

ผู้คำนวณ

วันที่ _____

วันที่ _____

วันที่ _____

(ร.ว. ๗๙)

ข้อมูลการคำนวณอาชีมุกจากดาว

ดาวเหนือ ดาวตะวันออก ดาวตะวันตก

ชื่อเดือน..... จังหวัด..... Zone.....

หมู่ศักราช..... (.....) Latitude..... N UTM-N..... M.

Longitude..... E UTM-E..... M.

ระดับแผนที่ 1 : 50,000 จากการแปลงท่าพิถี UTM

หมู่ศักราช..... (.....)

รูปภาพที่

รั้งวัตถุที่..... เดือน..... พ.ศ.....

เที่ยงคืนมาพิกานเมื่อเวลา..... M. (L.M.T.)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

จากสถานีความถี่..... MHz

ชื่อดาว..... หมายเหตุ.....

R (.....) R.A. (.....) DEC.....

R (.....) R.A. (.....) DEC.....

R (.....)

ค่าเฉลี่ยวอาชีมุกจริง (True Azimuth).....

ค่า Prob. Error.....

ค่า Convergency.....

ค่าอาชีมุกกริด (Grid Azimuth).....

หมายเหตุ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ผู้รังวัด

ผู้กำกับการรังวัด

รายการรังวัดอาชีมุกจากดาว

(ร.ว. ๑๔ ก)

แผ่น.....

ดาวเหนือ ดาวตะวันออก ดาวตะวันตก ชื่อดาว..... Zone.....
 กล้องซิโอล่าไฟท์ ชนิด..... หมายเหตุ..... นาฬิกาขึ้นเวลาหมายเหตุ.....
 หมุนคล้องกล้อง..... (.....) เวลาค่าทางเคลื่อน ซ้าย ขวา.....
 หมุนที่หมายถึง..... (.....) ความดันบรรยายกาศ..... อุณหภูมิ.....
 ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของหมุนคล้องกล้อง LAT..... N LONG..... E
 จังหวัด..... อ้างอิง..... คำบอกรับ.....
 ประจำวันที่..... เดือน..... พ.ศ..... สำระลับ ๑ จัดทำกับ.....
 ผู้รังวัด..... /..... /..... ผู้ตรวจสอบ..... /..... /

ที่หน้ากระ	ที่น้ำท้อง	จำนวน ของการ		น้ำหนัก		จำนวน ของการ		น้ำหนัก		STOP WATCH		เวลา		จำนวน และ ระยะ		รวมแผนที่ ลังเขป หมายเหตุ	
		○	/	○	/	○	/	○	/	○	/	นา	นา	นา	นา	L	R
	L																
★	L																
★	R																
	R																
	L																
★	L																
★	R																
	R																
	L																
★	L																
★	R																
	R																
	L																
★	L																
★	R																
	R																
	L																
★	L																
★	R																
	R																
	L																
★	L																
★	R																
	R																
	L																
★	L																
★	R																
	R																

ผู้กำกับการรังวัด.....

พื้นที่ที่ กองการพิทักษ์ กรมที่ดิน จำนวน ๕,๐๐๐ ไร่ ห.ร. กําชื่อ

ภาคผนวก ฉบับที่ ๑

สูตรการคำนวณค่าตัวคูณมาตราส่วน (Scale Factor) หรือ ค่า K

สูตรการคำนวณค่าตัวคูณมาตราส่วน (Scale Factor) หรือ ค่า K ในการคำนวณโดยระบบพิกัดกลาง บูร์กินฟาร์เรอร์เรสต์เพียร์รอยด์ 1830 (Everest Spheroid) เป็นขนาดสัณฐานอ้างอิงในการคำนวณงานรังวัดชั้นสูง (Geodetic Survey) โดยมีสูตรคำนวณและค่าคงที่ต่างๆ เป็นดังนี้

ϕ = Geodetic latitude

λ = Geodetic longitude

ω = Rectifying latitude

$$= (N + S_0) / (r K_0)$$

N = พิกัดเหนือ

E = พิกัดตะวันออก

λ_0 = เมอริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) ใช้ $99^{\circ}E$ และ $105^{\circ}E$ โซนที่ 47 และ 48 ตามลำดับ

E_0 = พิกัดตะวันออกที่กำหนดขึ้นเอง เป็นค่าคงที่ที่เมอริเดียนย่านกลาง หรือค่าพิกัดเทียมในแนว

ตะวันออก-ตะวันตก (False Easting) มีค่าเป็น 500,000 เมตร

N_0 = พิกัดเหนือที่กำหนดขึ้นเอง เป็นค่าคงที่ที่เมอริเดียนย่านกลาง หรือค่าพิกัดเทียมในแนว

เหนือ-ใต้ (False Northing) ทางซีกโลกเหนือ นับ 0 เมตร ที่ เส้นศูนย์สูตร ซีกโลกใต้เท่ากับ 10,000,000 เมตร

S_0 = ระยะตามเมอริเดียน จากเส้นศูนย์สูตร ไปยัง ϕ_0 คูณด้วยตัวคูณมาตราส่วน (K_0) ของเมอริเดียน ย่านกลาง (Central Meridian)

ϕ_0 = latitude ของจุดศูนย์กำหนด

K_0 = ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่เมอริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) มีค่าเท่ากับ 0.9996

K = ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่จุดใดๆ หรือ Point scale Factor

E' = ผลต่างของพิกัดตะวันออกกับเมอริเดียนย่านกลาง

$$= E - E_0 \text{ หรือ } E_0 - E$$

a = ระยะกึ่งแกนยาวของ Ellipsoid (Semi-Major Axis) มีค่าเท่ากับ 6,377,276.345 เมตร

b = ระยะกึ่งแกนสั้นของ Ellipsoid (Semi-Minor Axis)

$$= a(1-f)$$

f = อัตราการบิดตัวของ Ellipsoid (Flattening) มีค่าเท่ากับ 1 / 300.8017

r = รัศมีเฉลี่ยของโลก เป็นรัศมีของโลกที่แยกตัวเป็น 13 องศา มีค่าเท่ากับ 6,358,211.105 เมตร

$$e^2 = \text{The First Eccentricity}$$

$$= (a^2 - b^2) / a^2$$

***e*² = The Second Eccentricity**

$$= (a^2 - b^2) / b^2$$

$$n = (a - b) / (a + b)$$

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2 \phi$$

$$V_1 = 3n/2 - 27n^3/32 = 0.002497484466$$

$$V_3 = 21n^2/16 - 55n^4/32 = 0.000003638498$$

$$V_5 = 151n^3/96 = 0.000000007260$$

$$V_7 = 1097n^4/512 = 0.0000000000164659$$

$$V_0 = 2(V_1 - 2V_3 + 3V_5 - 4V_7) = 0.004980458368$$

$$V_2 = 8(V_3 - 4V_5 + 10V_7) = 0.000028876974$$

$$V_4 = 32(V_5 - 6V_7) = 0.000000229174$$

$$V_6 = 128V_7 = 0.000000002107$$

$$\phi' = \omega + \sin \omega \cos \omega (V_0 + V_2 \cos^2 \omega + V_4 \cos^4 \omega + V_6 \cos^6 \omega)$$

$$M' = a(1-e^2)/(1-e^2 \sin^2 \phi')^{3/2}$$

$$N' = a / (1-e^2 \sin \phi')^{1/2}$$

$$R_m = (K_0^2 M' N')^{1/2}$$

$$K = K_0 \{ 1 + [E-500,000]^2 / 2R_m^2] + [(E-500,000)^4 / 24R_m^4] \}$$

= ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่จุดใดๆ หรือ Point scale Factor