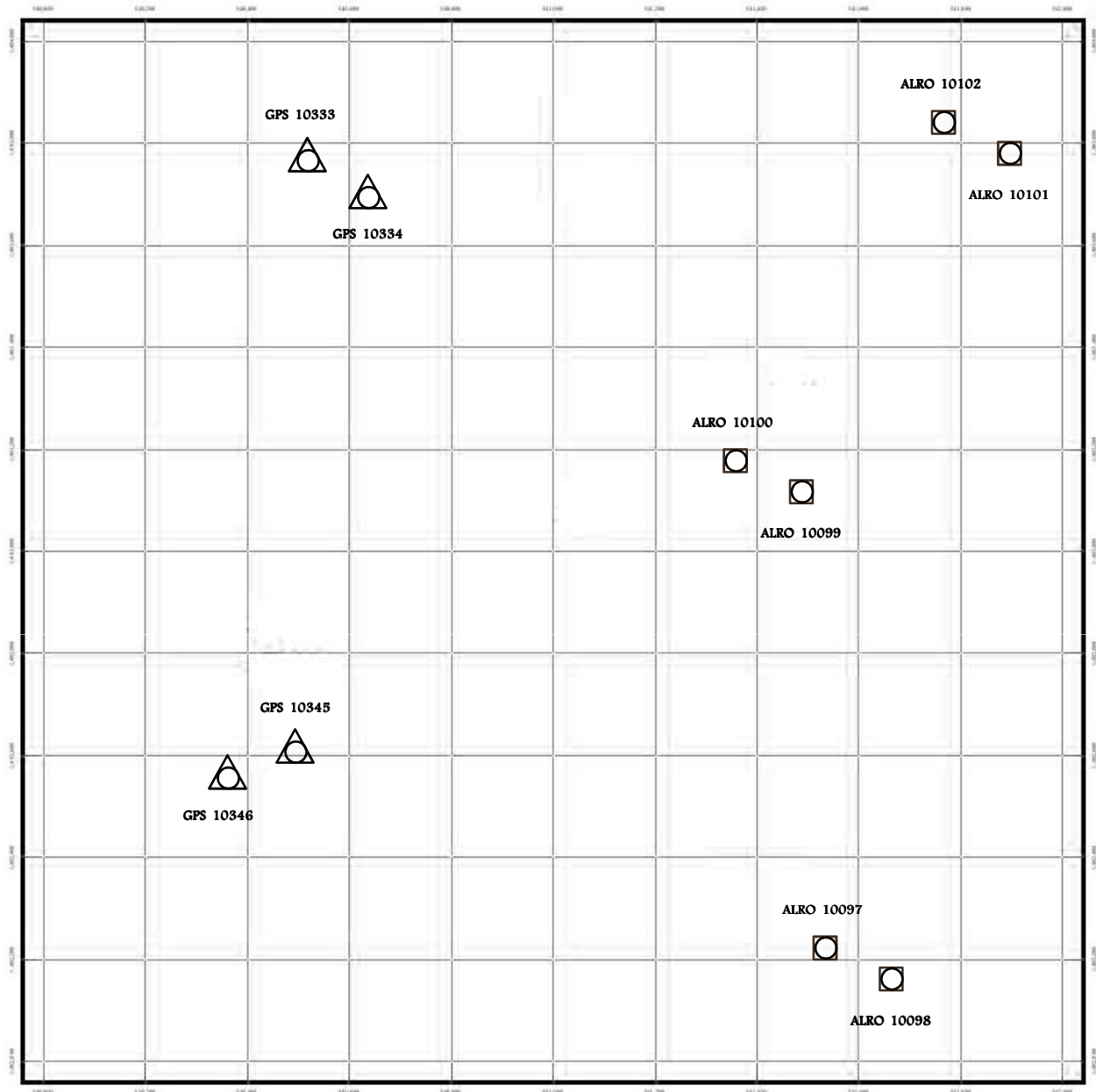


จังหวัดราชบุรี

INDAIN 1975

ระวาง 483514082

โซน 47



ตำบล บ้านคา

สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

อำเภอ บ้านคา

มาตราส่วน 1: 4,000 ตัวคูณมาตราส่วน _____

คำอธิบายสัญลักษณ์

- แบบแสดงปฏิรูปที่ดิน
- เขตชลประทาน
- เขตชลประทานโครงการปฏิรูปที่ดิน
- เขตชลประทานแบบที่ 1
- เขตชลประทานแบบที่ 2
- เขตชลประทานแบบที่ 3
- เขตชลประทานแบบที่ 4
- เขตชลประทานแบบที่ 5

- แนวเขตชลประทาน
- แนวเขตชลประทาน
- แนวเขตชลประทาน
- แนวเขตชลประทาน

รูปถ่าย ปี 1990
ข้อมูลจากแผนที่ (VECTORIAL DATA) แผนที่แบบมาตรฐาน (MAP DATA)
ข้อมูลจากแผนที่ (PHOTOGRAPHIC DATA) แผนที่แบบมาตรฐาน (MAP DATA)

สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

483514082	483514083	483514084
483514085	483514086	483514087
483514088	483514089	483514090

จัดทำโดย

สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
วันที่ 27 กรกฎาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
1 บทนำ (Introduction)	1
2 วัตถุประสงค์ (Objectives)	2
3 ขอบเขต (Scope)	3
4 คำจำกัดความ (Definition)	3
5 หน้าที่ความรับผิดชอบ (Responsibilities)	4
6 ขั้นตอนการปฏิบัติงานสำรวจวงโครงหมุดหลักฐานแผนที่โครงข่ายหมุดควบคุม (Procedure)	4
7 การทำงานภาคสนาม (In the Field)	4
8 การตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS)	8
9 มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ Static	13
10 มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ Fast Static	13
11 มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ RTK	14
12 องค์ประกอบที่สำคัญของการทำงานภาคสนาม	15
13 ข้อควรระมัดระวัง งานรังวัดแบบ Static หรือ Fast Static	15
14 ข้อควรระมัดระวัง งานรังวัดแบบ RTK	16
15 การปฏิบัติงานในสำนักงาน (In the Office)	16
16 การประมวลผลการปรับแก้ Network ตรวจค่าความคลาดเคลื่อน	17
17 ประโยชน์ต่อหน่วยงาน ส.ป.ก.	21
18 ข้อได้เปรียบของการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS	21
19 ปัญหาและอุปสรรค	22
20 การกำหนด Ellipsoids (ระบบพิกัดในการประมวลผลข้อมูล)	23
21 การกำหนด Transformation (ระบบพิกัดในการประมวลผลข้อมูล)	28
22 การกำหนด Projections (ระบบพิกัดในการประมวลผลข้อมูล)	31
23 การกำหนด Co-ordinate Systems (ระบบพิกัดในการประมวลผลข้อมูล)	33
24 การวัดระยะ (Distance Measurement)	39
25 ระยะทาง / ละติจูด / ค่านระดับ	44
26 กราฟแสดงการหาค่ามาตราส่วนลดทอน (Scale factor / K)	46
27 บัญชีแสดงค่าตัวคูณมาตราส่วน (K)	47
28 กรมที่ดิน สูตรการคำนวณค่าตัวคูณมาตราส่วน หรือ ค่า K	50
29 ค่าตัวคูณมาตราส่วน (K) ตามระเบียบสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ว่าด้วยมาตราส่วนระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2557	52
30 ค่าตัวคูณมาตราส่วน (K) ตามคู่มือโปรแกรม ALRO Survey	53
31 เอกสารอ้างอิง (Refere Document)	54
32 ภาคผนวก แบบฟอร์มที่ใช้ (Form) / เอกสารบันทึก (Record)	55

บทนำ

สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (ส.ป.ก.) มีภารกิจจัดที่ดินทำกินและมอบหนังสืออนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ในเขตปฏิรูปที่ดิน (ส.ป.ก. 4-01) แก่เกษตรกร จึงจำเป็นต้องสร้างแผนที่แปลงที่ดิน ซึ่งในการจัดทำแผนที่แปลงที่ดิน ที่ผ่านมามีหลากหลายระบบ เช่น ระบบพิกัดสมมติ N-E , ระบบพิกัด UTM จากแผนที่ 1 : 50,000 , ระบบ Identity จุดบนแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ต่อมารัฐบาลมีนโยบายเร่งรัดการแจกเอกสารสิทธิ ส.ป.ก. 4-01 ปีละ 4 ล้านไร่ ส.ป.ก. จำเป็นต้องตอบสนองนโยบายรัฐบาลจึงเร่งรัดแปลงที่ดินระบบกลุ่ม (ศูนย์ล้อย) ซึ่งเป็นการทำแผนที่แปลงที่ดินงานชั้นสอง และผู้บริหารในขณะนั้นมีแนวคิดว่าจะต่อไปในอนาคตค่อยปรับเป็นแผนที่แปลงที่ดินงานชั้นหนึ่ง จากที่กล่าวมาดังนั้นก็มีการเร่งรัดแผนที่แปลงที่ดินระบบพิกัด UTM จาก GPS มือถือ , ระบบพิกัด UTM จากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ และการทำแผนที่แปลงที่ดินงานชั้นหนึ่งระบบ UTM Indian 1975 โยงยึดค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานแผนที่ เช่น กรมแผนที่ทหาร กรมที่ดิน หรือของ ส.ป.ก.

เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2547 คณะรัฐมนตรี มีมติเห็นชอบให้มีการพิจารณาปรับปรุงระบบเอกสารสิทธิในที่ดินทั้งหมด โดยเอกสารสิทธิในที่ดินของบุคคลให้เป็นโฉนดที่ดินเพียงประเภทเดียว และการออกเอกสารสิทธิในที่ดินของรัฐให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้ร่าง “ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550 ” และคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบ และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 3 ง เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2550 ตามระเบียบฯ ดังกล่าวข้อ 4 ให้มีคณะกรรมการคณะหนึ่ง เรียกว่า คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ เรียกโดยย่อว่า “ กมร. ” และข้อ 21 “ระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ ที่ได้จัดทำขึ้นก่อนวันที่ระเบียบนี้ใช้บังคับให้ส่วนราชการดำเนินการปรับระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในระเบียบนี้ และส่งสำเนาแผนที่รูปแปลงที่ดิน และข้อมูลดิจิทัลให้แก่กรมที่ดิน เพื่อจัดทำฐานข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ ทั้งนี้ภายในหนึ่งปีนับแต่วันที่ระเบียบนี้มีผลบังคับใช้” ระเบียบดังกล่าวเพื่อจัด สงวน และรักษาที่ดินของรัฐให้มีระบบและมาตรฐานเดียวกัน มิให้เกิดปัญหาข้อโต้แย้งต่าง ๆ เพื่อจัดเก็บสำเนาแผนที่ เพื่อให้แต่ละหน่วยงานที่มีแนวทางการดำเนินงานที่แตกต่างกันสามารถดำเนินงานสอดคล้องเป็นรูปธรรม ประกอบกับมิได้มีการจัดทำฐานข้อมูลแผนที่ของรัฐในระบบภูมิสารสนเทศ และจากการประชุมคณะกรรมการ กมร. ครั้งที่ 2 วันที่ 15 ตุลาคม 2550 มติที่ประชุมเห็นชอบ ระบบพิกัดให้ใช้ระบบพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอ้างอิงได้ 2 พื้นหลักฐาน คือ Indian 1975 และ WGS 84 จากระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550 เป็นการกำหนดการเร่งรัดแปลงที่ดินงานชั้นหนึ่ง

การจัดทำแผนที่รูปแปลงที่ดินงานชิ้นหนึ่ง ระบบพิกัด UTM Indian 1975 ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วย มาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550 นั้น สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (ส.ป.ก.) จำเป็นต้องสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ที่มีค่าพิกัด UTM Indian 1975 ให้ครอบคลุมพื้นที่เขตดำเนินการปฏิรูปที่ดิน **จึงเป็นภารกิจและหน้าที่ของกลุ่มแผนที่ที่ต้องดำเนินงานดังกล่าวให้สอดคล้องตามระเบียบของทางราชการ** โดยวิธีการสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS) จึงรวบรวมเรียบเรียงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องให้รู้และเข้าใจเรื่องระบบพิกัด UTM การปฏิบัติงานภาคสนาม การกำหนดค่าระบบพิกัดของโปรแกรมประมวลผลให้ชัดเจน และเพื่อประโยชน์เป็นการเพิ่มพูนขยายองค์ความรู้ด้านการสำรวจ การวัดระยะ ค่าตัวคูณมาตราส่วน (K) สอดคล้องโปรแกรม ALRO Survey และตามระเบียบสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมว่าด้วย มาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2557

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS) สอดคล้องระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550 และระเบียบสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2557

1.2 เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในการกำหนดระบบพิกัด UTM Indian 1975 ในการปฏิบัติงานสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS) และเป็นมาตรฐาน สอดคล้องหน่วยงานอื่น

1.3 เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการกำหนดระบบพิกัด UTM ที่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ปฏิบัติงานใหม่ เพื่อใช้ประกอบการปฏิบัติงานเรื่องนี้อย่างทั่วถึงเผยแพร่ให้กับ ส.ป.ก.จังหวัด หรือ ผู้ให้บริการหมุดหลักฐานแผนที่ได้

1.4 เพื่อจัดเก็บความรู้เกี่ยวกับระบบพิกัด UTM อย่างครบถ้วน เป็นคู่มือให้ช่างสำรวจไว้ศึกษาในระบบพิกัดนี้

1.5 เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงานสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS)

1.6 เพื่อการพัฒนาบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านแผนที่ของ ส.ป.ก. ให้มีความรู้และเข้าใจในระบบพิกัด UTM ยิ่งขึ้น

2. ขอบเขต

คู่มือการกำหนดระบบพิกัด UTM จากเครื่องหาตำแหน่งด้วยสัญญาณดาวเทียม ครอบคลุมตั้งแต่การปฏิบัติงานสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ในภูมิประเทศ จนถึง การคำนวณกำหนดระบบพิกัดที่เป็นมาตรฐานของโปรแกรมประมวลผลข้อมูลค่าพิกัดจากเครื่องหาตำแหน่งด้วยสัญญาณดาวเทียม GPS และ GNSS ต่างๆ ตลอดจนความเข้าใจในเรื่องการวัดระยะทาง ค่าตัวคูณมาตราส่วนซึ่งเป็นส่วนประกอบในการทำงานสำรวจรังวัดแปลงที่ดินงานชั้นหนึ่ง ของ ส.ป.ก. ซึ่งการวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ในระบบ UTM เป็นภารกิจและหน้าที่หลักของ กลุ่มแผนที่ สำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน ที่ต้องกระจายหมุดหลักฐานที่มีค่าพิกัดระบบ UTM ให้เพียงพอและครอบคลุมพื้นที่ปฏิรูปที่ดินทั่วประเทศ เป็นงานดำเนินงานที่สอดคล้องกับระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550

3. คำจำกัดความ

ส.ป.ก. หมายความว่า สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

ส.ป.ก.จังหวัด หมายความว่า สำนักงานการปฏิรูปที่ดินจังหวัด

สผส. หมายความว่า สำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน ส.ป.ก.

กผท. หมายความว่า กลุ่มแผนที่ สำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน

การสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ หมายถึง การรังวัดโดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม หรือการรังวัดโดยใช้กล้องสำรวจแบบประมวลผล หรือโดยใช้กล้องวัดมุมอิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับเครื่องมือวัดระยะ ในการทำวงรอบ (TRAVERSE) ตามหลักวิชาการรังวัดและทำแผนที่ เพื่อให้ได้ค่าพิกัดจากของหมุดหลักฐานแผนที่ สำหรับใช้ในการรังวัดเก็บรายละเอียดรูปแปลงที่ดิน

หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียม หมายถึง หมุดหลักฐานแผนที่ที่ได้ทำการโยงค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียม ของกรมที่ดิน หรือ หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียม ของกรมแผนที่ทหาร โดยวิธีการรับสัญญาณดาวเทียม มายังหมุดหลักฐานแผนที่แบบ ข. ของ ส.ป.ก.

หมุดหลักฐานแผนที่หลัก หมายถึง หมุดหลักฐานแผนที่ที่ใช้ในการรังวัดออกและเข้าบรรจบ ได้แก่ หมุดดาวเทียม หมุดโครงข่ายสามเหลี่ยมชั้นหนึ่งหรือหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมแผนที่ทหารที่มีความละเอียดถูกต้องสูง โดยใช้หมุดหลักฐานแผนที่ หมุดแบบ ข ของ ส.ป.ก.

หมุดหลักฐานแผนที่ย่อย หมายถึง หมุดหลักฐานแผนที่ ที่รังวัดออกจากหมุดหลักฐานแผนที่หลัก หรือหมุดหลักฐานแผนที่ย่อย โดยใช้หมุดหลักฐานแผนที่ แบบ ง. ของ ส.ป.ก.

ค่าตัวคูณมาตราส่วน (Scale Factor, K) หมายถึง ตัวคูณสำหรับทอนระยะที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นระบะบนแผนที่

ค่าความสูงเฉลี่ย (H) หมายถึง ความสูงเฉลี่ยของเส้นโครงงานฯ ซึ่งอ่านได้จากเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

4. หน้าที่ความรับผิดชอบ

- 4.1 ผู้อำนวยการสำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน มีหน้าที่รับผิดชอบกำกับดูแล
- 4.2 ผู้อำนวยการกลุ่มแผนที่ มีหน้าที่รับผิดชอบ ควบคุม ให้คำปรึกษา ตรวจสอบการปฏิบัติงาน
- 4.3 หัวหน้างานวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่และปักหลักเขต มีหน้าที่รับผิดชอบ ควบคุม กำหนดแผนงาน สายงานสำรวจ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบการปฏิบัติงาน
- 4.4 หัวหน้างานจัดทำสารบบสืบค้นข้อมูลแผนที่กลุ่มแผนที่ มีหน้าที่รับผิดชอบ ควบคุม ให้คำปรึกษา ตรวจสอบการปฏิบัติงาน และจัดทำสารบบสืบค้นข้อมูลแผนที่
- 4.5 เจ้าหน้าที่ตำแหน่งนายช่างสำรวจของสำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน มีหน้าที่รับผิดชอบควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด และถูกต้องตามระเบียบของทางราชการ

5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

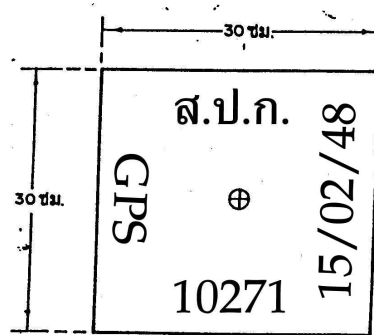
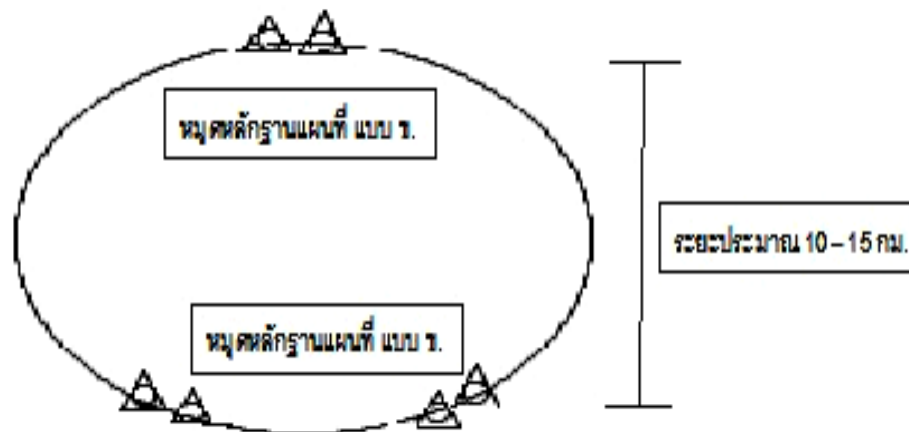
งานสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

5.1 การทำงานภาคสนาม (In the Field) งานวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่โครงข่ายหมุดควบคุม การรังวัดแบบสถิต (Static Survey) โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ให้โยงค่าพิกัดจากหมุดอ้างอิง คือ หมุดหลักฐานแผนที่แบบหมุดดาวเทียม, หรือหมุดหลักฐานแผนที่ที่มีความละเอียดถูกต้องสูง มายังหมุดดาวเทียม (ส.ป.ก.) ที่สร้างไว้บริเวณโครงการ

การตรวจสอบหมุดหลักฐานอ้างอิงที่ทราบค่าพิกัดไม่น้อยกว่า 2 หมุด ตำแหน่งของหมุดหลักฐานอ้างอิงต้องไม่มีสิ่งบดบัง หรือกีดขวางการรับสัญญาณดาวเทียมของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม อยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งมองเห็นท้องฟ้าได้รอบ เพื่อให้สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมที่โคจรได้ทุกทิศทาง

5.1.1 ให้ทำการสำรวจและวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ (แบบ ข) คอนกรีตขนาด 0.30 X 0.30 X 0.50 เมตร ทุกช่วงระยะประมาณ 10 - 15 กิโลเมตร กรณีใกล้เขตโครงการปฏิรูปที่ดิน ให้ดำเนินงานตามความเหมาะสมที่จะใช้ปฏิบัติงานได้

5.1.2 พื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดินมีขนาดเล็ก ให้ทำการสำรวจและสร้างหมุดดาวเทียมตามความเหมาะสมให้ครอบคลุมเพียงพอแก่การปฏิบัติงาน



การเขียนหัวหลัก

5.1.3 ตำแหน่งของหมุดหลักฐานแผนที่แต่ละหมุดที่สร้าง จะต้องพิจารณาเลือกหาตำแหน่งที่เหมาะสม ยากต่อการสูญหายและมีความมั่นคงถาวรยากต่อการถูกทำลาย เช่น สถานที่ราชการ วัด โรงเรียน และต้องคำนึงถึงการรับสัญญาณ (SIGNAL RECEPTION) และสัญญาณรบกวน (INTERFERING SIGNALS) ซึ่งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแต่ละชนิด



สร้างในโรงเรียนใกล้เคียงสนามบาสเกตบอล

5.1.4 ตำแหน่งของหมุดควรอยู่ในที่โล่ง มีมุมสูงโดยรอบ 15 องศา (ELEVATION CUT-OFF 15 DEGREE) ทั้งนี้เพราะสัญญาณดาวเทียมตามแนวเส้น (LINE OF SIGHT) ถึงเครื่องรับจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางไม่ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ หรืออาคารสิ่งก่อสร้างที่มีผิวเรียบซึ่งเกิดการสะท้อนกลับของคลื่นมายังเสอากาศหลายทิศทาง ควรตั้งอยู่ห่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร ไม่ควรอยู่ใกล้เสาอากาศที่รับสัญญาณความถี่ที่ขนาดคลื่นเดียวกันหรือใกล้เคียงกับความถี่ของสัญญาณดาวเทียม แต่ละประเภทที่รับสัญญาณ (ดาวเทียม NAVSTAR ส่งสัญญาณด้วยความถี่ 1227.60 และ 1575.42 MHz) ควรตั้งอยู่ห่างไม่น้อยกว่า 10 เมตร รวมทั้งหลีกเลี่ยงการตั้งใกล้สถานีวิทยุ เสาอากาศการสื่อสารแรงสูง (HIGH POWER COMMUNICATION ANTENNA) สายส่งศักย์สูง (HIGH VOLTAGE POWER LINES) หรือ เสาอากาศเรดาร์ เป็นต้น

5.1.5 หมุดคู่ที่สร้างขึ้นจะต้องไม่มีสิ่งอื่นมาบัง ระยะห่างระหว่างหมุดประมาณ 200-400 เมตร หรือขึ้นอยู่กับการพิจารณาของกรมแผนที่ แต่ต้องไม่มีสิ่งอื่นมาบังแนวเส้น

5.1.6 ฟังหมุดเสมอদিনหันหัวตัวอักษร ส.ป.ก. ไปทางทิศเหนือ การฟังหมุดเสมอদিনหันหัวตัวอักษร ส.ป.ก.ไปทางทิศเหนือ ให้แต่ละคู่ห่างกันประมาณ 10 – 15 กิโลเมตร



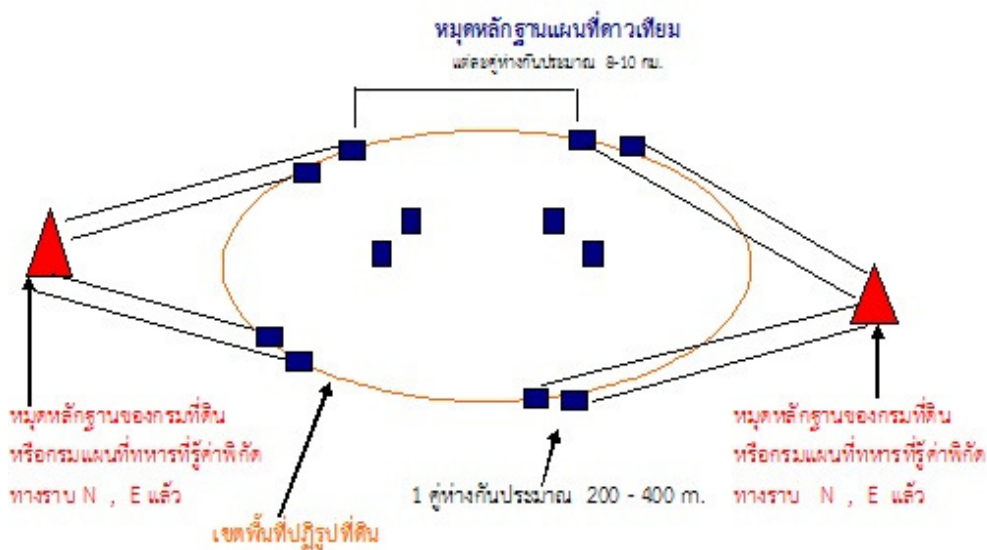
5.1.7 สร้างจุดพยาน (Reference Point) เพื่อโยงยึดหมุดหลักฐานแผนที่ (Descriptions) โดยกำหนดจุดพยาน (RP) จากสิ่งก่อสร้างถาวร หรือวัตถุถาวรตามธรรมชาติที่เด่นชัด ซึ่งอยู่ใกล้หมุดในรัศมีประมาณ 30 เมตร หมายพยานเหล่านี้จะต้องไม่ถูกทำลายหรือสูญหายง่าย เช่น มุมอาคาร ต้นไม้ เสาไฟ และสามารถวัดระยะระหว่างหมุดกับหมายพยานได้โดยตรง ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถหาตำแหน่งของหมุดโดยวิธีสกัดกลับได้ อย่างน้อย 3 จุด และ วัดระยะ (Distance) / ภาควงทิศ (Azimuth) บันทึกข้อมูลลงในแบบรายงานรายละเอียดหมุดหลักฐานแผนที่ถาวร ส.ป.ก. (แบบ ส.ป.ก. สผ.12)



5.1.8 จดจำเส้นทาง หรือหมายตำแหน่งในภูมิประเทศช่วยในการจำ และจดประมาณ เวลาในการเดินทางแต่ละคู่หมุดไว้ เพื่อการสื่อสารไม่สะดวก วางแผนระยะเวลาการเดินทางและระยะเวลา ในการรับสัญญาณ GPS เพื่อให้แต่ละ Session มีเวลารับสัญญาณไม่น้อยกว่า 2 ชม. ตามระเบียบว่าด้วย มาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินรัฐ พ.ศ.2550 (กมร.)

5.1.9 กำหนดหมายเลขหมุดดาวเทียมที่ฝังแล้วในแผนที่ เพื่อออกแบบโครงข่ายวางเครื่อง GPS กำหนดการรับสัญญาณเครื่อง GPS แต่ละ Session (Session คือการวางเครื่อง GPS รับสัญญาณพร้อมกันและ ในช่วงเวลาเดียวกัน)

เครื่อง GPS แต่ละ Session (Session คือการวางเครื่อง GPS รับสัญญาณพร้อมกันในเวลาเดียวกัน)



5.2 การตั้งเครื่อง GPS รับสัญญาณดาวเทียม



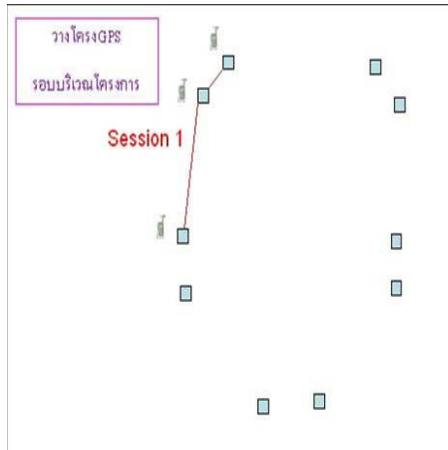
สร้างหมุดดาวเทียมในโรงเรียน

5.2.1 ตั้งค่าต่างๆ (Configuration) ของเครื่องรับ GPS เช่น ค่ามุมกั้นขอบฟ้า Elevation Cut-off Angle ไม่น้อยกว่า 15 องศา, GDOP คือความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตระหว่างตำแหน่งของดาวเทียมและตำแหน่งของเครื่องรับ GPS หรือความแม่นยำของรูปทรงเรขาคณิตดาวเทียม (Geometric Dilution of Precision, GDOP) ซึ่งค่าต่ำแสดงว่ามีความถูกต้องตามตำแหน่งสูง ตามระเบียบว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินรัฐ พ.ศ.2550 (กมร.) กำหนดค่า GDOP ไม่เกิน 8 เป็นต้น

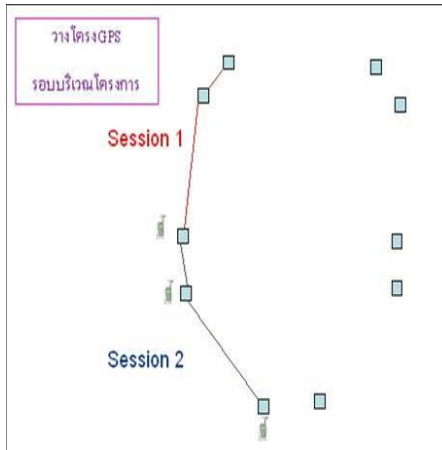
5.2.2 บันทึกข้อมูลชื่อหมุดดาวเทียม และ ความสูงของจานรับสัญญาณลงเครื่องรับสัญญาณ เริ่มทำงาน การตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม มีหลักการคือ

- กำหนดเป็น Session รับสัญญาณพร้อมกัน 3 เครื่อง ให้แต่ละหมุดต้องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างช่วงเวลา (การรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 1 ชั่วโมง / ครั้ง)
- การย้ายตำแหน่งให้ ทั้ง 1 เครื่อง ย้าย 2 เครื่อง เพื่อให้เกิดเส้นฐานที่ต่อเนื่องกัน
- ต้องตั้งเครื่องเข้าบรรจบหมุดแรกออกเพื่อปิดโครงข่าย ให้เป็นวงบรรจบ
- แต่ละวงบรรจบต้องมีเส้นฐานไม่เกิน 6 เส้น หรือ ถ้าหมุดในโครงข่ายมากให้วางเครื่อง BLOCK หมุดเพิ่มเพื่อตรึงรูปร่างของโครงข่ายมั่นคงขึ้น
- ในปัจจุบันหน่วยสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่อง GPS ของกลุ่มแผนที่ จะมีเครื่อง GPS หน่วยละ 3 เครื่อง ฉะนั้น 1 Session จะวางได้ 3 หมุด

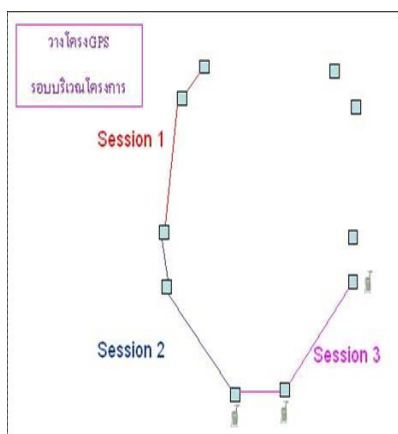
เริ่มตั้งเครื่อง GPS Session 1



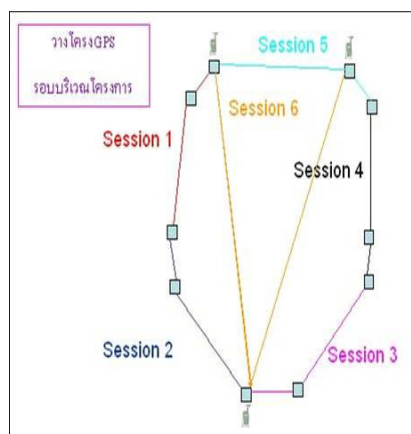
Session 2



Session 3



จนถึง Session 6 เป็นชุดสุดท้ายเข้าบรรจบหมดแรก



5.2.3 การโยงค่าพิกัดจากสถานีฐาน (Base Station) ของกรมที่ดิน (หมุดเฉลิมพระเกียรติ) หรือ กรมแผนที่ทหาร ที่รู้ค่าอย่างน้อย 2 หมุด โยงเข้าสถานีจร (Rover Sataion) หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียม ส.ป.ก. ให้แต่ละ Session เวลารับสัญญาณดาวเทียมต้องไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

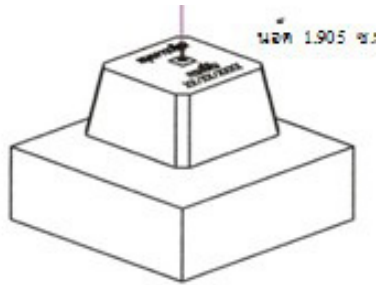


แสดงตำแหน่งหมุด Base Station และหมุด Rover Sataion

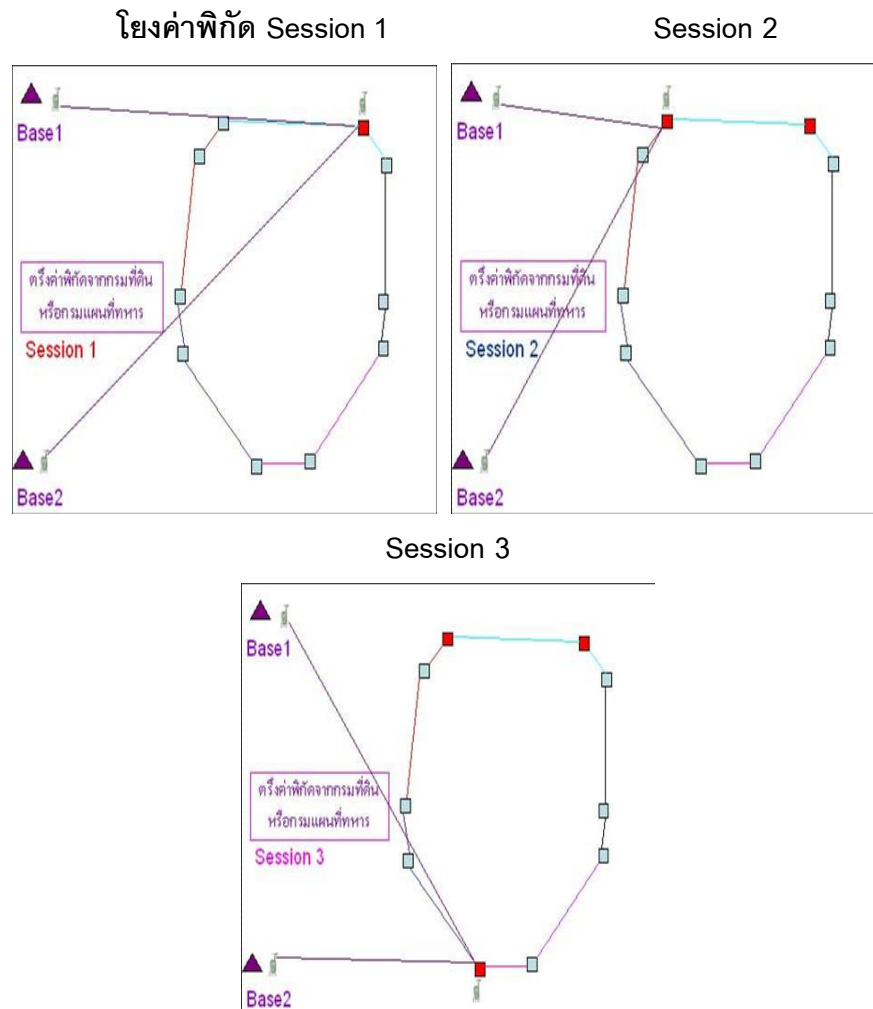
การโยกจากหมุด Base Station (หมุดเฉลิมพระเกียรติ) แบบสูงทรงปิรามิดหัวตัด ของกรมที่ดิน



การโยงจากหมุด Base Station (หมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียมชนิดมั่นคงถาวร) แบบสองชั้น ของกรมที่ดิน



- การเลือกหมุดหลักฐานแผนที่ดาวเทียม ส.ป.ก. (สถานีจร) ที่จะโยงค่าพิกัดจากหมุด Base Station ต้องคำนึงการเลือกหมุดดาวเทียมด้วย โดยพิจารณาตำแหน่งและจำนวนหมุดให้ครอบคลุมโครงข่ายแต่ละวงบรรจบ และให้มีลักษณะรูปโครงข่ายให้เกิดรูปร่างที่แข็งแรง



5.2.4 งานวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่กระจายค่าพิกัด แบบ Rapid Static (Fast Static) หรือ RTK (Real – Time Kinematic) ใช้หมุดหลักฐานแผนที่ย่อย (แบบ ง) คอนกรีตขนาด 0.15 X 0.15 X 0.50 เมตร เพื่อใช้เป็นหมุดโยงยึดในการออกงานรังวัดเพื่อเก็บรายละเอียดขอบเขตพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดิน สำนวจรังวัดแปลงที่ดิน และรายละเอียดอื่นๆ ให้รังวัดออกจากหมุดดาวเทียม หมุดหลักฐานแผนที่ที่มีความละเอียดถูกต้องสูง หมุดหลักฐานแผนที่หลักหรือหมุดหลักฐานแผนที่ย่อย ขั้นตอนการทำงานเหมือนการรังวัดแบบสถิต (Static Survey) แต่ต่างกันที่เวลารับข้อมูลจากสัญญาณดาวเทียม ซึ่งระยะเวลาเป็นไปตามระเบียบของทางราชการกำหนด

5.3 มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ Static มีข้อกำหนดดังนี้

5.3.1 ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

- เป็นเครื่องรับสัญญาณ ตั้งแต่แบบ 2 ความถี่ขึ้นไป
- จำนวนช่องสัญญาณดาวเทียมที่สามารถรับได้ในเวลาเดียวกันไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- ความคลาดเคลื่อนของการรังวัดไม่เกิน $5\text{mm} + 1\text{ppm}$ ของระยะเส้นฐาน
- มีการรับข้อมูลทั้งที่เป็นรหัสและเฟสคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)

5.3.2 จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณไม่น้อยกว่า 5 ดวง

5.3.3 มุมกั้นท้องฟ้า (Mask Angle) ไม่น้อยกว่า 15 องศา

5.3.4 ระยะเวลาในการรับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

5.3.5 ในโครงข่ายจะรับสัญญาณที่หมดที่ทราบค่าพิกัดอย่างน้อย 2 หมด ในกรณีที่เป็นโครงข่ายขนาดใหญ่ (จำนวนหมดมากกว่า 20 หมด) ต้องรับสัญญาณที่หมดที่ทราบค่าพิกัดอย่างน้อย 3 หมด

5.3.6 ในหมดเดียวกันต้องรับสัญญาณ อย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างช่วงเวลา

5.3.7 ในหมดหนึ่งๆ มีเส้นฐาน อย่างน้อย 2 เส้น

5.3.8 การรับสัญญาณเป็นโครงข่าย

- ลักษณะของเส้นฐานเป็นวงบรรจบที่ต่อเนื่อง โดยแต่ละวงบรรจบต้องมีเส้นฐานไม่เกิน 6 เส้น
- ค่าคลาดเคลื่อนของวงบรรจบแต่ละวง (Error of Closure) ไม่ควรเกิน 10 PPM หรือ ความละเอียดถูกต้อง Accuracy ไม่ต่ำกว่า 1:100,000

5.3.9 ต้องคำนวณช่วงเวลาในการรับสัญญาณล่วงหน้า

5.3.10 การคำนวณค่าพิกัดหมดดาวเทียม ต้องได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละองค์ประกอบ (X, Y, Z) ไม่เกิน 0.10 ม.

5.4 มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ Rapid Static หรือ Fast Static มีข้อกำหนด ดังนี้

5.4.1 ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

- เป็นเครื่องรับสัญญาณ แบบ ๑ หรือ ๒ ความถี่
- จำนวนช่องสัญญาณดาวเทียมที่สามารถรับได้ในเวลาเดียวกันไม่น้อยกว่า ๘ ช่อง
- ความคลาดเคลื่อนของการรังวัดไม่เกิน $5\text{mm} + ๑\text{ppm}$ ของระยะเส้นฐาน
- มีการรับข้อมูลทั้งที่เป็นรหัส และเฟสคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
- อัตราการรับและบันทึกข้อมูลดาวเทียม ไม่นานเกิน 15 วินาที/ครั้ง

5.4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นฐานที่คำนวณได้

- ในกรณีที่เส้นฐาน ไม่เกิน 0.05 ม.
- ในกรณีที่เส้นฐาน เกิน 0.10 ม.

5.4.3 จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 5 ดวง

5.4.4 ค่า GDOP ไม่เกิน 8

5.4.5 ระยะระหว่างสถานีฐานและสถานีจร ไม่เกิน 15 กม.

5.4.6 ระยะเวลาการรับสัญญาณ

5.4.6.1 กรณีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ 2 ความถี่

- ระยะไม่เกิน 5 กม. รับสัญญาณ 5 - 10 นาที
- ระยะ 5 - 10 กม. รับสัญญาณ 10 - 20 นาที
- ระยะ 10 - 15 กม. รับสัญญาณ มากกว่า 30 นาที

5.4.6.2 กรณีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ 1 ความถี่

- ระยะไม่เกิน 5 กม. รับสัญญาณ 15 - 25 นาที
- ระยะ 5 - 10 กม. รับสัญญาณ 25 - 50 นาที
- ระยะ 10 - 15 กม. รับสัญญาณ มากกว่า 60 นาที

5.4.7 มุมกั้นท้องฟ้า (Mask Angle) ไม่น้อยกว่า 15 องศา

5.4.8 สถานีฐานต้องเป็นหมุดที่รับสัญญาณ แบบ Static ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

5.5 มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ RTK มีรายละเอียด ดังนี้

5.5.1 ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

- เป็นเครื่องรับสัญญาณ ตั้งแต่แบบ 2 ความถี่ขึ้นไป
- จำนวนช่องสัญญาณดาวเทียมที่สามารถรับได้ในเวลาเดียวกัน ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- ความคลาดเคลื่อนของการรังวัดไม่เกิน 10 mm + 1 ppm ของระยะเส้นฐาน
- มีการรับข้อมูลทั้งที่เป็นรหัส และเฟสคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation)
- อัตราการรับข้อมูลดาวเทียม (Observation Rate) ไม่นานเกิน 15 วินาที / ครั้ง

5.5.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นฐานที่คำนวณได้ไม่เกิน 0.20 ม.

5.5.3 จำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 5 ดวง

5.5.4 ค่า GDOP ไม่เกิน 8

5.5.5 ระยะระหว่างสถานีฐานและสถานีจร ไม่เกิน 30 กม.

5.5.6 มุมกั้นท้องฟ้า (Mask Angle) ไม่น้อยกว่า 15 องศา

5.5.7 ค่าพิกัดได้จาก Ambiguity Fixed Solution

5.5.8 จัดเก็บข้อมูลดิบจากเครื่องรับสัญญาณและค่าพิกัดในรูปแบบ Text File

5.5.9 ควรรับสัญญาณดาวเทียม ณ หมุดที่ทราบค่าพิกัดเพื่อตรวจสอบก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

5.6 องค์ประกอบสำคัญของการทำงานภาคสนาม (In the Field) งานสำรวจวงโคจร หมุดหลักฐานแผนที่ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม คือ

- ทีมงานสนามมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ
- หัวหน้าหน่วยผู้ควบคุมงานมีประสบการณ์แก้ไขปัญหาได้ดี
- มีการประสานงานในทีมที่ดี
- การติดต่อสื่อสารระหว่างกันในทีมมีความสะดวกรวดเร็ว
- เตรียมคู่มือของเครื่องมือออกงานสนาม และอ่านคู่มือให้มั่นใจ
- บำรุงรักษาเครื่องมืออยู่เสมอ
- กำหนดชื่อไฟล์ข้อมูลที่ได้รับสัญญาณอย่างเป็นระบบ
- ทดลองและเรียนรู้การใช้เครื่องมือจนมีความคุ้นเคย
- ทดสอบเครื่องมือก่อนใช้งาน
- เตรียม / เก็บเครื่องมือในกล่องให้ถูกต้องตามช่องเก็บ ที่สำคัญสายและจานรับสัญญาณดาวเทียมต้องดูแลอย่างดี
- ต้องคุ้นเคยว่าแบตเตอรี่แต่ละก้อนใช้งานได้นานเท่าไร
- ต้องโหลดข้อมูลทันทีเมื่องานเสร็จแต่ละวัน และให้ Backup data เก็บไว้หลายๆที่

5.7 ข้อควรระมัดระวัง งานรังวัดแบบ Static หรือ Fast Static

- ในการวัดความสูงของจานรับสัญญาณดาวเทียมต้องใช้เครื่องมือวัดให้ตรงตามชนิดของแต่ละเครื่องรับสัญญาณ และตรงตามคู่มือ การวัดความสูงให้วัดถึงขอบล่างของจานรับสัญญาณ การอ่านค่าความสูงต้องอ่าน 2 ครั้ง/ต่างคนอ่าน ให้อ่านถึง ม.ม.และให้ถ่ายรูปค่าความสูงเก็บไว้ตรวจสอบภายหลัง (ระบบ GPS ใช้ระบบพิกัดฉาก X , Y , Z และแกนพิกัด Z ชี้ไปทางขั้วโลกเหนือ แต่ค่าความสูงของเสาอากาศนั้นไม่ได้อยู่ในทิศทางของขั้วโลกเหนือ (จะอยู่ในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วงของโลก) ดังนั้นค่าความสูงของเสาอากาศจะมีส่วนอยู่ในทั้ง 3 ทิศทาง คือ แกน X , Y และ Z แต่ตำแหน่งของประเทศไทยบนพื้นผิวโลกจะมีผลต่อแกน Y)

- ระบบพิกัดของ GPS->Cartesian Coordinate ->Geodetic Coordinate (WGS84) ->Local Coordinate (INDIAN1975)

- การตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม อย่าให้มีอะไรมาบังจานรับสัญญาณ ทำให้เกิดคลื่นหลุด (Cycle slips) และห้ามใกล้แหล่งที่จะทำให้เกิดคลื่นสะท้อน (Multipath) เช่น แหล่งน้ำใหญ่ เสาไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น

- งานที่ต้องการความถูกต้องในระดับ ม.ม.ต้องหันรอบปากของจานรับสัญญาณดาวเทียมไปในทิศทางเดียวกัน เช่น ทิศเหนือ

- การป้อนชื่อหมุดต้องระวังอย่าป้อนผิด ให้บันทึกลงแบบฟอร์มที่ใช้ควบคุมการตั้งเครื่องรับสัญญาณทุกครั้ง

- ในการคำนวณโครงข่ายต้องดูค่าของแต่ละวงบรรจบ (Loop) ว่า Error of Closure ไม่ควรเกิน 10 PPM หรือ ความละเอียดถูกต้อง Accuracy ไม่ต่ำกว่า 1:100,000 การแก้ไข เช่น พิจารณาตัดเส้นที่ไม่ดีออก (แต่ต้องวิเคราะห์ baseline ให้เพียงพอด้วย คือ จำนวนเส้นฐาน(baseline) = จำนวนเครื่องรับ - 1) , ตรวจความสูงงานรับสัญญาณ , สุดท้ายออกซ่อมงานสนาม

5.8 ข้อควรระมัดระวัง งานรังวัดแบบ RTK เช่น

- ในการรังวัดแบบ RTK ต้องระมัดระวังในการป้อนค่าพิกัดหมุดอ้างอิงที่ใช้ทำงาน เมื่อป้อนแล้วให้ตรวจสอบว่าค่าพิกัดที่ป้อนถูกต้องหรือไม่ และให้ถ่ายรูปค่าพิกัดที่ป้อนในเครื่องทุกครั้ง ควรป้อนค่าพิกัดจาก Office แล้วไปเลือกหมุดอ้างอิงในสนาม ให้ถ่ายรูปประกอบด้วยไว้ตรวจสอบว่าเลือกหมุดอ้างอิงไม่ผิด

- ในการรังวัดแบบ RTK ด้วยวิทยุรับ-ส่ง ต้องป้อนความถี่ของเครื่องวิทยุให้ตรงกัน
- เพื่อเป็นการควบคุมให้ค่าพิกัดที่รังวัดได้มีความละเอียดถูกต้องมาตรฐานเดียวกัน ควรทำการ Re-initialized ทุกๆ 5 กิโลเมตร
- ค่าพิกัดของหมุดที่รังวัดควรรังวัดจากค่าปรับแก้ที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น ปรับแก้แบบ Network หรือ แบบ Single Base

5.9 การปฏิบัติงานในสำนักงาน (In the Office)

- Download ข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ ลง Computer
- ประมวลผล / ปรับแก้โครงข่ายวงรอบ GPS การประมวลผลเส้นฐาน (Base line)
- ปรับแก้โครงข่ายวงรอบ GPS (GPS Network)
- เปลี่ยนระบบพื้นหลักฐานอ้างอิง (Datum) จาก WGS1984 เป็น Indian 1975 Zone 47 , 48 กล่าวคือ การแปลงค่าระหว่างระบบพิกัดภูมิศาสตร์ และระบบพิกัด UTM

○ ระบบ พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates) WGS1984 บอกพิกัดเป็น Latitude Longitude ใช้หน่วยเป็นองศา ลิปดา พิลิปดา

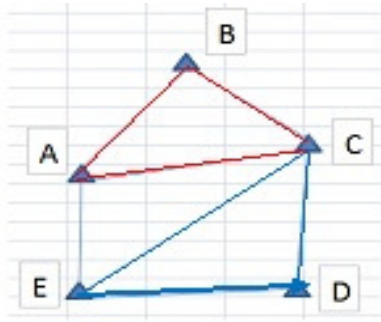
○ ระบบพิกัดกริด (Grid Coordinates) Indian 1975 บอกพิกัดเป็น N E ใช้หน่วยเป็น เมตร

- ทำการวิเคราะห์ผลค่าพิกัดประจำหมุดหลักฐานแผนที่ ในการคำนวณปรับแก้โครงข่าย (Net Work) ต้องได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ในแต่ละองค์ประกอบ (X, Y, Z) ไม่เกิน 0.10 ม.

- คัดลอกค่าพิกัด ลงแบบรายงาน พจนานุกรมข้อมูลของ Ground Control Mark Subpackage (แบบ ส.ป.ก. /สพ.35) เพื่อทำเป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS ภายหลัง

- สำรองไฟล์ข้อมูล (Backup row data files)

ตัวอย่าง การพิจารณาและวิเคราะห์เส้นฐาน (baseline) ของแต่ละวงบรรจบ (Loop) ตามรูปโครงข่าย ABCDE



Loop รูปสามเหลี่ยม ABC = ค่า Error of Closure อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

Loop รูปสามเหลี่ยม CDE = ค่า Error of Closure อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

Loop รูปสามเหลี่ยม ACE = ค่า Error of Closure คลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์

เมื่อพิจารณาแต่ละ Loop จะเห็นว่า Loop รูปสามเหลี่ยม ACE มีด้านที่ใช้ร่วมกับ Loop อื่นที่ผ่านเกณฑ์ จึงเหลือเพียงด้านที่ต้องตรวจสอบคือด้าน AE

5.10 ในการประมวลผลการปรับแก้ Network (Fully Constrained Adjustment) ต้องดูค่าความคลาดเคลื่อน ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ

- ค่าความคลาดเคลื่อนที่ขจัดไม่ได้ (RMS & Residuals) เช่น คลื่นสะท้อน (Multipath) , คลื่นหลุด (Cycle slips) มีลักษณะเส้นคลื่นที่สะดุ้งขึ้นจากแนวเส้นคลื่นปกติ ให้คำนวณใหม่โดยตัดช่วงคลื่นหลุดออก

RMS : Root Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสอง

Residuals : ค่าเศษเหลือ คือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าที่รังวัดมาแต่ละค่า ต้องไม่เกิน 0.10 เมตร

- ค่าคลาดเคลื่อนของวงบรรจบแต่ละวง (Error of Closure) ไม่ควรเกิน 10 PPM หรือความละเอียดถูกต้อง Accuracy ไม่ต่ำกว่า 1:100,000)

- ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในแต่ละองค์ประกอบ (X, Y, Z) ต้องไม่เกิน 0.10 ม.

ตัวอย่าง ประมวลผลด้วยโปรแกรม LEICA Geo Office Combined 5.0

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในแต่ละองค์ประกอบ (X, Y, Z) ต้องไม่เกิน 0.10 ม.

Point Id	Point Cl...	Date/Time	Easting	Northing	Sd. Easting	Sd. North...	Sd. Height	Posn. + Hgt. Ql...
✓ ALRO10587	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468887.6716	1829366.4244	0.0114	0.0117	0.0312	0.0352
✓ ALRO10588	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468961.4811	1829335.8272	0.0082	0.0084	0.0241	0.0268
✓ ALRO10589	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468699.3116	1830041.4971	0.0123	0.0133	0.0319	0.0367
✓ ALRO10590	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468618.3957	1830039.5028	0.0141	0.0155	0.0383	0.0437
✓ ALRO10591	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468460.1634	1829975.4727	0.0137	0.0144	0.0390	0.0438
✓ ALRO10592	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468358.8512	1829996.4587	0.0152	0.0154	0.0464	0.0512
✓ ALRO10593	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468188.1551	1830180.2079	0.0136	0.0145	0.0427	0.0471
✓ ALRO10594	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	468179.7805	1830285.2665	0.0159	0.0164	0.0548	0.0594
✓ ALRO10595	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	467700.9177	1830943.6115	0.0113	0.0119	0.0341	0.0379
✓ ALRO10596	Adjusted	03/19/2013 13:24:10	467631.9124	1830998.9327	0.0122	0.0130	0.0360	0.0402

Adjustment Results

Coordinates

Station	Coordinate	Corr	Sd	
10222	Latitude	16° 06' 40.78253" N	0.0000 m	-
	Longitude	98° 52' 59.56073" E	0.0000 m	-
	Height	454.3500 m	0.0000 m	-
10265	Latitude	16° 06' 43.64189" N	-0.4720 m	0.0014 m
	Longitude	98° 53' 01.96044" E	0.9841 m	0.0016 m
	Height	455.5140 m	-0.0001 m	0.0049 m
UP08	Latitude	16° 06' 40.29215" N	-0.4720 m	0.0020 m
	Longitude	98° 53' 00.87946" E	0.9841 m	0.0021 m
	Height	454.8464 m	-0.0001 m	0.0074 m

ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวงบรรจบ (Loop) ไม่ควรเกิน 10 PPM หรือ ความละเอียดถูกต้อง Accuracy ไม่ต่ำกว่า 1:100,000

คือค่า Closing error (0.3 ppm) Ratio : (1 : 2982386)

GPS Baseline Loops

Loop 1

From	To	dX[m]	dY[m]	dZ[m]	
GPS10368	GPS10360	-13466.6129	-1058.3175	-4424.4443	
GPS10360	GPS10359	256.2240	58.3556	-55.5785	
GPS10360	GPS10359	256.2223	58.3546	-55.5718	
		256.2232	58.3551	-55.5751	Average
GPS10359	GPS10368	13210.3942	999.9654	4480.0273	
X:	0.0045 m	W-Test:	0.75		
Y:	0.0029 m		0.24		
Z:	0.0079 m		1.46		
Easting:	-0.0049 m	W-Test:	-0.79		
Northing:	0.0070 m		1.15		
Height:	0.0042 m		0.35		
Closing error:	0.0095 m	(0.3 ppm)	Ratio:	(1:2982386)	
Length:	28468.0384 m				

Residuals ไม่เกิน 0.10 เมตร ตารางคือค่า Resid (m)

GPS Baseline Vector Residuals

	Station	Target	Adj vector [m]	Resid [m]
DV	GPS10277	ALRO10588	1751.5820	0.0241
DV	GPS10277	ALRO10581	4879.4947	0.0144
DV	GPS10277	ALRO10576	6730.4361	0.0541
DV	GPS10277	ALRO10570	13106.9144	0.0859
DV	102718	ALRO10588	10272.8973	0.0575
DV	102718	ALRO10581	14447.7145	0.0559
DV	102718	ALRO10576	4609.4783	0.0417
DV	102718	ALRO10570	3794.6911	0.0333
DV	ALRO10596	ALRO10565	10223.1334	0.0156
DV	ALRO10595	ALRO10596	88.4936	0.0026
DV	ALRO10595	ALRO10594	814.4693	0.0121
DV	ALRO10595	ALRO10593	906.0715	0.0153
DV	ALRO10595	ALRO10584	1621.3002	0.0069
DV	ALRO10595	ALRO10585	10209.0554	0.0155

ตัวอย่าง ประมวลผลด้วยโปรแกรม Spectrum Survey v 4.12

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในแต่ละองค์ประกอบ (X, Y, Z) ต้องไม่เกิน 0.10 ม.

Spectrum? Survey 4.12

PROCESS SUMMARY

Project: C:\...\Sokkia\Common\Spectrum Projects\NAN_1.spr

Coordinate System: Ind-UTM47 [Universal Trans...]

Datum: Indian1975

Geoid Model: World Grid 96

Units: Meters

Processing Date: 2009/10/06 21:49:42.68 (LOCAL)

Time Zone: GMT+7.00h

VECTORS [27 total]

ALL VECTORS ARE FIXED

Vector/Occ.	Solution	Length	Used	Ratio	RMS	SD
103734-GPS10461	Fixed (L5 narrowlane)	2398.949	95.16%	4.3	0.015	0.019
103734-GPS10473	Fixed (L5 narrowlane)	2979.607	69.57%	2.6	0.013	0.039
103734-GPS10481	Fixed (L3 Iono-free)	9639.956	81.84%	2.0	0.018	0.010
103734-GPS10479	Fixed (L3 Iono-free)	11080.166	75.07%	2.0	0.011	0.008
103734-GPS10478	Fixed (L3 Iono-free)	11949.336	80.93%	2.2	0.018	0.013
103734-GPS10462	Fixed (L5 narrowlane)	2578.432	94.79%	5.3	0.015	0.019
103734-GPS10474	Fixed (L5 narrowlane)	2944.008	79.76%	2.6	0.013	0.023
103734-GPS10482	Fixed (L3 Iono-free)	9830.897	80.96%	2.1	0.018	0.012
103734-GPS10480	Fixed (L3 Iono-free)	11256.316	81.32%	2.1	0.012	0.008
103734-GPS10477	Fixed (L3 Iono-free)	10076.844	81.77%	2.0	0.014	0.012

ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวงบรรจบ (Loop) ไม่ควรเกิน 10 PPM (ความละเอียดถูกต้อง Accuracy ไม่น้อยกว่า 1:100,000)

Relative Precision				
Ellip. Dist.	Height Diff.	Azimuth	Std Dev	Relative Precision
(m)	(mm)	(mm)	(mm)	
Vector: 103734-GPS10461	weight= 1.00			
2398.838	3.8	Hor. 1/633036		major 9.3 mm
9.225	3.8	Ver. 1/632992		azm. 0 deg
140 34 09.9	0.3sec			minor 9.3 mm
Vector: 103734-GPS10473	weight= 1.00			
2979.474	3.9	Hor. 1/757535		major 9.6 mm
6.326	3.9	Ver. 1/757487		azm. 0 deg
131 34 45.2	0.3sec			minor 9.6 mm
Vector: 103734-GPS10481	weight= 1.00			
9638.969	6.9	Hor. 1/1404774		major 16.8 mm
101.621	6.9	Ver. 1/1404675		azm. 0 deg
113 46 26.6	0.1sec			minor 16.8 mm
Vector: 103734-GPS10479	weight= 1.00			
11079.554	7.6	Hor. 1/1455250		major 18.6 mm
54.816	7.6	Ver. 1/1455101		azm. 0 deg
125 00 52.1	0.1sec			minor 18.6 mm
Vector: 103734-GPS10478	weight= 1.00			
11948.741	8.1	Hor. 1/1481093		major 19.7 mm
46.104	8.1	Ver. 1/1480908		azm. 0 deg
129 07 35.0	0.1sec			minor 19.7 mm

ค่าความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าที่รับวัดมาแต่ละค่า Residuals ต้องไม่เกิน 0.10 เมตร ตรงก็คือค่า Resid (m)

Standard Deviations				Reliability	
Vector	Corr Obs	Residuals	Redundancy	Internal	External
(mm)	(mm)	(mm)			
Vector: 103734-GPS10461	weight= 1.00				
N	2.59	1.91	0.35	0.04	5.61
E	4.43	3.26	0.35	0.04	5.61
H	4.09	3.01	0.35	0.04	5.61
Vector: 103734-GPS10473	weight= 1.00				
N	2.69	2.04	0.37	0.04	5.44
E	4.60	3.49	0.37	0.04	5.44
H	4.25	3.23	0.37	0.04	5.44
Vector: 103734-GPS10481	weight= 1.00				
N	4.69	4.21	0.45	0.07	4.61
E	8.02	7.19	0.45	0.07	4.61
H	7.41	6.64	0.45	0.07	4.61
Vector: 103734-GPS10479	weight= 1.00				
N	5.21	4.76	0.46	0.07	4.52
E	8.90	8.14	0.46	0.07	4.52
H	8.22	7.52	0.46	0.07	4.52
Vector: 103734-GPS10478	weight= 1.00				
N	5.52	5.11	0.46	0.08	4.46
E	9.43	8.73	0.46	0.08	4.46
H	8.71	8.06	0.46	0.08	4.46
Vector: 103734-GPS10462	weight= 1.00				
N	2.61	1.96	0.36	0.04	5.48
E	4.46	3.36	0.36	0.04	5.48
H	4.12	3.10	0.36	0.04	5.48

5.11 ประโยชน์ต่อหน่วยงาน ส.ป.ก.

- เพื่องานรังวัดแปลงที่ดิน ของ ส.ป.ก. ตรงตามหลักวิชาการ/ สากล / สอดคล้องตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินรัฐ พ.ศ.2550 (กมร.)
- เพื่อแสดงความเป็นมาตรฐานของงานแปลงที่ดิน ส.ป.ก. (แปลงที่ดินงานชั้น หนึ่ง)
- เพื่อประโยชน์ต่อหน่วยงานราชการอื่นขอใช้ข้อมูลในเขตปฏิรูปที่ดิน
- เพื่อตรวจสอบแนวเขต ส.ป.ก. ในส่วนที่ใช้ภาพถ่ายทางอากาศไม่ได้
- เพื่อแก้ไขปัญหาในส่วนรังวัดแปลงที่ดินที่ภาพถ่ายทางอากาศแสดงแปลงที่ดินไม่ชัดเจนถูกต้อง
- เพื่อสอบเขต / กระจายสิทธิแปลงที่ดิน
- เพื่อการกระจายหมุดหลักฐานแผนที่ ให้ครอบคลุมพื้นที่เขตดำเนินการปฏิรูปที่ดิน เพื่อสนับสนุนงานปักหลักเขต ส.ป.ก. , งานรังวัดแปลงที่ดิน , งานสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศ ,งานปรับปรุงระวางแผนที่ให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น ไม่ต้องทำการเดินวงรอบด้วยกล้องสำรวจเพื่อโยงค่าพิกัดออกงานจากหมุดหลักฐานแผนที่ของกรมที่ดิน หรือกรมแผนที่ทหาร ซึ่งอาจมีระยะทางไกลมากจากพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดิน ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเทียบกับราคางานของการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS. ซึ่งในเบื้องต้นการจัดซื้ออาจจะดูว่าราคาแพง แต่ในระยะยาวราคาของงานจะถูกลง
- เพื่อแก้ปัญหากรณีพิพาทระหว่างหน่วยงานรัฐด้วยกัน หรือกับเอกชน จะทำให้การตรวจสอบตำแหน่งของที่ดินรวดเร็วขึ้น มีความถูกต้องตามตำแหน่งตรงกับในภูมิประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้บริหารระดับสูงทำการตัดสินใจในปัญหานั้นได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ตอบข้อปัญหาที่เกิดขึ้นกับประชาชนได้

5.12 ข้อได้เปรียบของการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

- ประหยัดเวลาในการทำงาน การรังวัดเพื่อสร้างหมุดดาวเทียม แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 1-3 ชั่วโมง แต่จะเสียเวลาหลายวันถ้าใช้การรังวัดด้วยกล้อง
- ประหยัดเงินงบประมาณ ถึงแม้ว่างบลงทุนซื้อเครื่องมือในขั้นต้นจะสูง แต่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการได้มาก โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน (จำนวนวันทำงานที่น้อยลง)
- ให้ความละเอียดถูกต้องสูงมาก
- สามารถดำเนินการรังวัดได้ทุกสภาวะอากาศ ทั้ง ร้อน หนาว หรือมีฝนตก
- หมุดแต่ละหมุดที่รังวัดถึงกันไม่จำเป็นต้องมองเห็นกันเหมือนเช่นกรณีของการรังวัดด้วยกล้อง
- สามารถวัดระยะทางระหว่างหมุดได้ตั้งแต่ระยะสั้นจนถึงระยะประมาณ 1,000 กิโลเมตร ซึ่งไม่สามารถทำได้ด้วยเครื่องมือชนิดอื่น
- ตำแหน่งที่หาได้มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกันทั้งหมด (Homogenous accuracy) นั่นคือไม่มีการกระจายความคลาดเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งจะมีผลทำให้ตำแหน่งของหมุดในโครงข่ายมีความถูกต้องไม่เท่ากัน

- ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงรูปทรงของโครงข่ายว่าจุดต่าง ๆ จะมีการยืดหยุ่นของรูป (Strength of figure) มากน้อยแค่ไหนเหมือนกับที่ต้องคำนึงถึงตามวิธีการรังวัดแบบเดิม นั่นคือจะเลือกจุดที่ไหนก็ได้แล้วแต่ความสะดวกที่จะนำไปใช้ต่อไปได้ง่าย ๆ

- ทำให้สามารถปรับแก้โครงข่ายในแบบสามมิติได้ ในทางทฤษฎี การปรับแก้แบบสามมิติจะได้ความถูกต้องของตำแหน่งดีกว่า การปรับแก้แบบแยกเป็นค่าพิกัดทางราบและความสูงตามวิธีการดั้งเดิม

5.13 ปัญหาและอุปสรรค

- ที่แล้วมาการขอเงินงบประมาณคิดประมาณการจากเนื้อที่ไร่ ซึ่งไม่สอดคล้องกับลักษณะการทำงานเป็นจำนวนมาก

- ควรสร้างและกำหนดแบบหัวหมุดดาวเทียม ให้เป็นมาตรฐานเดียวกับกรมที่ดิน ที่สร้างจากแผ่นทองเหลือง จะคงทนนานปี



- การจัดซื้อเครื่อง GPS ไม่สามารถเลือกบริษัทจำหน่ายเครื่อง GPS ชนิดเดียวกับที่มีอยู่ ส.ป.ก. จึงมีเครื่อง GPS หลากหลายชนิด การนำมาใช้งานร่วมกัน (เมื่อมีเครื่อง GPS จำрутต้องจัดชุดใหม่ คละกัน) จะเกิดปัญหาการโหลดข้อมูลดาวเทียมเพราะการโหลดต้องใช้โปรแกรมตามชนิดเครื่อง GPS เพื่อแปลงเป็น Rinex data แล้วจึงนำข้อมูลมาคำนวณด้วยโปรแกรมของเครื่อง GPS อีกชนิดหนึ่ง

- หมุดดาวเทียมของ ส.ป.ก. ไม่มีการซ่อมแซมหมุดหาย หรือปรับค่าพิกัดโครงข่ายใหม่ เช่น การเปลี่ยนค่าตัวแปร (Parameter) ในการแปลงพื้นหลักฐานระหว่าง WGS 84 (World Geodetic System 1984) กับ พื้นหลักฐาน อินเดีย 1975 (Indian datum 1975) ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินรัฐ พ.ศ. 2550 (กมร.) คือ $\Delta X = -204.5$ ม., $\Delta Y = -837.9$ ม., $\Delta Z = -294.8$ ม.

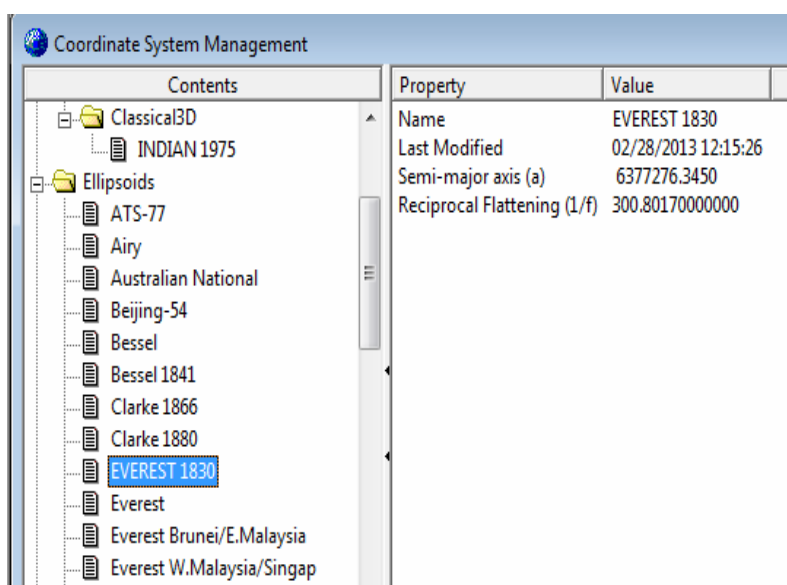
โดยก่อนประกาศใช้ ระบุว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินรัฐ พ.ศ.2550 (กมร.) กลุ่มแผนที่ใช้ค่าตัวแปร (Parameter) ของกรมแผนที่ทหาร ที่อ้างอิงกับ Origin ที่ สะแกกรัง 1 คือ $\Delta X = -206$ ม., $\Delta Y = -837$ ม., $\Delta Z = -295$ ม.

จากค่าตัวแปรที่ต่างกันจะเกิดความคลาดเคลื่อนทางด้านค่าพิกัด หรือความคลาดเคลื่อนทางด้านค่าพิกัด จากการโยงยึดค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานดาวเทียม (สถานีฐาน) ที่ต่างหน่วยงานกัน เช่น โยงยึดค่าพิกัดจากหมุดดาวเทียมกระทรวงเกษตรฯ (กรมพัฒนาที่ดิน) จากหมุดดาวเทียมกรมที่ดิน หรือ หมุดกรมแผนที่ทหาร

5.14 การกำหนดระบบพิกัดของโปรแกรมประมวลผลข้อมูลจาก GPS

5.14.1 กำหนด Ellipsoids (พื้นหลักฐาน/พื้นผิวโค้งวงรี หมายถึง รูปทรงรีซึ่งเกิดจากการหมุนระนาบวงรี รอบแกนสั้น)

*** กำหนด Everest 1830



Datum	Reference ellipsoid
Indian 1975	Everest 1830 a = 6377276.345 b = 6356075.413
WGS 84	WGS 84 a = 6378137.0 b = 6356752.3142

คำอธิบาย

Everest Spheroid 1830 (เอเวอร์เรสเฟียรอยด์ 1830) หมายถึง พื้นผิวโค้งทรงรี Ellipsoids ซึ่งมี ระยะกึ่งแกนยาว

Semi-Major Axis (a) = 6,377,276.345 เมตร และ

อัตราการยุบตัว ค่า Recipical Flattening (1/f) = 300.8017

ซึ่งใช้เป็นขนาดพื้นฐานอ้างอิงในการคำนวณงานรังวัดชั้นสูง Geodetic Survey

- ระยะกึ่งแกนยาว (a) หมายถึง ระยะครึ่งหนึ่งของระยะแกนยาวของรูปวงรี = รัศมีตามแนวศูนย์สูตร
- ระยะกึ่งแกนสั้น (b) หมายถึง ระยะครึ่งหนึ่งของระยะแกนสั้นของรูปวงรี = รัศมีตามแนวขั้วโลก
- อัตราการยุบตัว (Flattening, f) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลต่างของระยะกึ่งแกนยาวและกึ่งแกนสั้นต่อระยะกึ่งแกนยาว หรือ $f = (a-b)/a$

ประเทศไทยใช้พื้นหลักฐาน (Local datum) เป็น Indian 1975 เพราะพื้นหลักฐานดังกล่าว รูปทรงรี ที่มีบางส่วนของพื้นผิวเข้ากันได้กับพื้นผิวโลกบริเวณประเทศไทย โดยกำหนดให้ผิว Ellipsoid สัมผัสกับผิว Geoid ที่หูดหลักฐานแผนที่เขาสะแกกรัง จังหวัดอุทัยธานี

ประเทศไทยเริ่มใช้พื้นหลักฐาน พ.ศ. 2442 เมื่อกรมแผนที่ประเทศอินเดียได้กำหนดสถานีรังวัดที่เขากะเลี่ยนเปอร์ ในประเทศอินเดีย เป็นศูนย์กำเนิดของพื้นหลักฐานอินเดีย (Indian Datum) แล้วทำการขยายโครงข่ายหูดหลักฐานมายังประเทศพม่าและต่อถึงเขตแดนไทยที่ เขาหลวง จ.ราชบุรี และปรับแก้แล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2442 ซึ่งเรียกพื้นหลักฐานอินเดีย (Indian Datum) ภายหลังมีการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอีก 3 ครั้ง และเรียกพื้นหลักฐานใหม่นี้ว่า พื้นหลักฐานอินเดีย 1975 (Indian 1975 Datum)

การปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมทั้ง 3 ครั้ง

- พื้นหลักฐาน Indian 1916

ปี พ.ศ.2459 หน่วยบริการแผนที่ กองทัพบก สหรัฐอเมริกา (US Army Map Service) ได้มอบหมายให้หน่วยงาน US. Coast and Geodetic Survey ทำการคำนวณปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมในประเทศอินเดียและพม่าใหม่ โดยใช้ข้อมูลเดิมที่มีอยู่และข้อมูลใหม่จากการวัดดาราศาสตร์และเส้นฐานเพิ่ม เติม ทำให้ค่าพิกัดของจุดศูนย์กำเนิดที่เขากะเลี่ยนเปอร์ มีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นค่าพิกัดที่เขาหลวงจึงเปลี่ยนแปลงตาม เรียกผลลัพธ์ของการคำนวณปรับแก้ครั้งนี้ว่า พื้นหลักฐาน Indian 1916 ค่าพิกัดเขาหลวงที่เปลี่ยนแปลงเป็นดังนี้คือ

ละติจูด $13^{\circ} 43' 28''.690$ เหนือ

ลองจิจูด $99^{\circ} 32' 21''.520$ ตะวันออก

- พื้นหลักฐาน Indian 1954

ปี พ.ศ. 2495 รัฐบาลไทยได้ร่วมกับรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ในโครงการจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 จากรูปถ่ายทางอากาศ เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของโครงข่ายให้เพียงพอ และทำให้ค่าพิกัดยี่ห้อเดซีในประเทศไทยมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นประเทศไทยจึงทำการรังวัดขยายโครงข่ายสามเหลี่ยม โดยมีหน่วยงานบริการแผนที่กองทัพบกสหรัฐอเมริกาเป็นผู้ดำเนินการคำนวณปรับ แก้ใหม่ทั้งหมด โดยใช้หูดสามเหลี่ยมบริเวณชายแดนไทย-พม่า จำนวน 10 หูด เป็นหูดควบคุมโครงข่าย และถือว่าหูดควบคุมเหล่านี้ไม่มีความคลาดเคลื่อน ค่าพิกัดของหูดควบคุมโครงข่ายดังกล่าวได้จากผลการปรับแก้ในปี พ.ศ. 2459 บนพื้นหลักฐาน Indian 1916 การคำนวณปรับแก้แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2497 จึงเรียกผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับแก้ครั้งนี้ว่าพื้นหลักฐาน Indian 1954 มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

จุดศูนย์กำเนิดพื้นหลักฐาน เขากะเลี่ยนเปอร์ ประเทศอินเดีย

ละติจูด $24^{\circ} 07' 11''.26$ เหนือ

ลองจิจูด $77^{\circ} 39' 11''.57$ ตะวันออก

อะซิมุทแรกออกจากใต้ เขากะเลี่ยนเปอร์ – สุรินทร์ $190^{\circ} 27' 05''.10$ รูปทรงรี เอเวอร์เรสท์ 1830

- พื้นหลักฐาน Indian1975

ปี พ.ศ.2518 องค์การแผนที่ กระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกา (Defense Mapping Agency Hydrographic/Topographic Center : DMAHTC) ได้ทำการปรับแก้และย้ายศูนย์กำเนิดของพื้นหลักฐานจากเขากะเลี่ยนเปอร์ ประเทศอินเดีย มาเป็นที่เขาสะแกกรัง จ.อุทัยธานี การปรับแก้ครั้งนี้ใช้เทคนิคการรังวัดจากดาวเทียมดอปเพลอร์จำนวน 9 สถานี ซึ่งตำแหน่งสัมพัทธ์ที่ได้จากการรังวัดดาวเทียมดอปเพลอร์ มีความถูกต้องสูงกว่าที่ได้จากงานโครงข่ายสามเหลี่ยม เป็นจุดควบคุมโครงข่ายสามเหลี่ยมซึ่งประกอบด้วย จำนวนหมุดสามเหลี่ยมทั้งสิ้น 426 สถานี เรียกผลลัพธ์จากการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมในครั้งนี้ว่า พื้นหลักฐาน Indian1975 มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ จุดศูนย์กำเนิดพื้นหลักฐาน เขาสะแกกรัง (หมุดสามเหลี่ยมหมายเลข 91) โดยการสกัด เป็นวงกลมลงบนหิน เป็นหมุดแผนที่ ซึ่งเป็นหมุดแผนที่ ซึ่งเป็น ๑ ใน ๓ ของหลักหมุดของโลก ในทวีปเอเชีย จุดที่ ๑ จากจุดศูนย์กำเนิด หลักหมุดที่ ๙๐ อยู่ที่เขากะเลี่ยนเปอร์ ประเทศอินเดีย จุดที่ ๒ หลักหมุดที่ ๙๑ อยู่ที่เขาสะแกกรัง อำเภอเมืองอุทัยธานี จุดที่ ๓ หลักหมุดที่ ๙๒ อยู่ที่ประเทศเวียดนาม

ละติจูด $15^{\circ} 22' 56''.0487$ เหนือ

ลองจิจูด $100^{\circ} 00' 59''.1906$ ตะวันออก

ความสูง ๑๔๐.๙๘ เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง และความสูงเหนือพื้นย้อย -22.46 เมตร รูปทรงรี เอเวอร์เรสต์ 1830

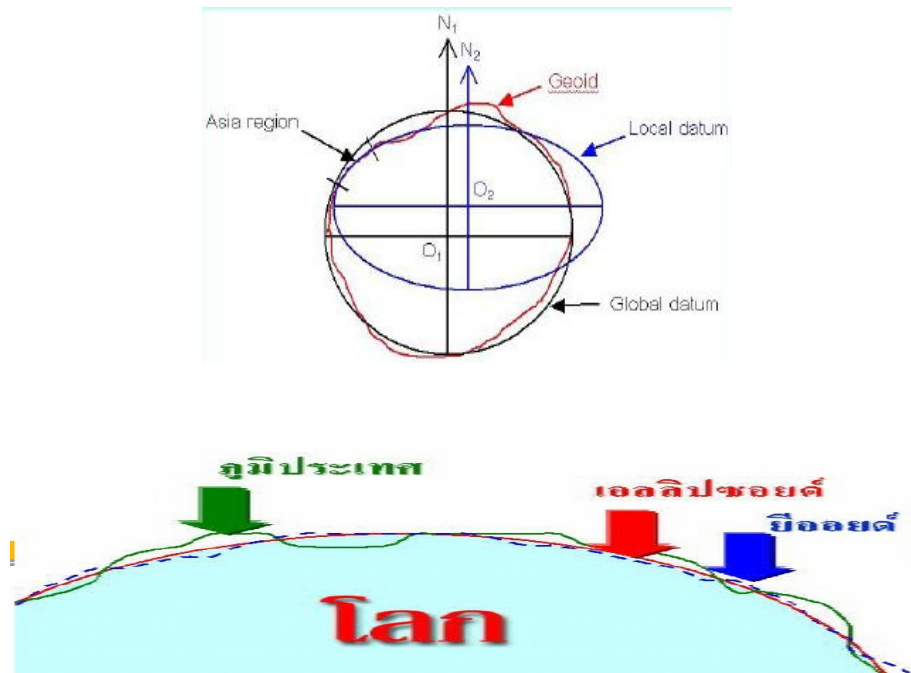


พื้นหลักฐาน WGS 1984 (Global datum) ใช้รูปทรงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ศูนย์กลางมวลของโลก (Earth's center of mass) และใช้จุดดังกล่าวเป็นจุดกำเนิด (Origin) ของระบบพิกัด

ระยะกึ่งแกนยาว Semi-Major Axis (a) = 6378137.0 เมตร.

อัตราการยุบตัว ค่า Reciprocal Flattening ($1/f$) = 298.257223563

Datum หรือ พื้นหลักฐาน เป็นการจำลองรูปทรงและขนาดของโลก ใช้รูปทรงรี จะบอกให้ทราบว่ารูปทรงรีที่ใช้อ้างอิงในการทำแผนที่พื้นผิวโลก มีตำแหน่งอยู่ที่ใดในเชิงสัมพันธ์กับศูนย์กลางของโลก



Earth Surface คือ พื้นผิวโลก (ภูมิประเทศ)

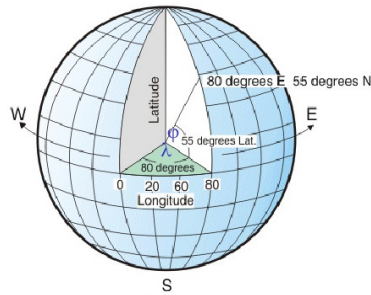
Geoid คือ รูปทรงเยื่อเย็ด (Geoid) : พื้นศักย์สมมูล (Equipotential Surface) ของสนามแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งใช้เป็นรูปทรงสมมติแบบหนึ่งของโลก พื้นผิวนี้นี้ได้จากการสมมติให้ระดับน้ำทะเล ปานกลาง (Mean Sea Level : MSL) ไตร่ตรองไปบน พื้นทวีปโดยตลอดทั่วโลก และทิศทางของแรงโน้มถ่วงโลก จะได้ฉากกับทุกจุดบนผิวเยื่อเย็ด

Ellipsoid คือ รูปทรงรี (Ellipsoid : อิลลิปซอยด์) พื้นระนาบแผนที่ (Grid)

แบบจำลอง โลก

1. แบบจำลอง โลกเป็นทรงกลม (Spheroid)

แบบจำลอง โลกเป็นทรงกลม (Spheroid)

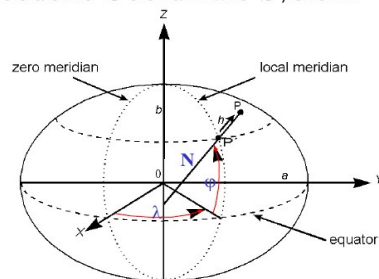


พ.ศ. 2551

ผศ.ดร. ไพศาล สันติธรรมนพ

2. แบบจำลอง โลกเป็นทรงรี (Ellipsoid)

แบบจำลอง โลกเป็นทรงรี (Ellipsoid) Ellipsoidal Coordinate System , Geodetic Coordinate System

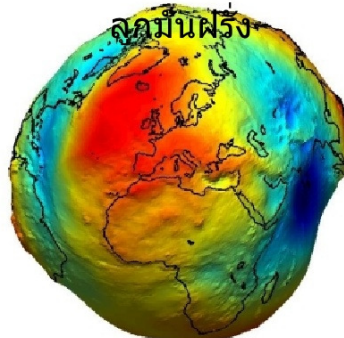


พ.ศ. 2551

7

3. รูปร่างของ โลกของเรา ในความเป็นจริง

รูปร่างของ โลกของเรา ในความเป็นจริง ฝรั่งเยอรมันว่ากันว่า เหมือน จุดมันฝรั่ง



พ.ศ. 2551

8

5.14.2 กำหนด Transformation การแปลงค่าพิกัด คือการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง
พื้นหลักฐาน Indian 1975 กับพื้นหลักฐาน WGS 1984

*** กำหนดแบบจำลอง Molodensky Badekas

*** กำหนดค่าพารามิเตอร์ ตามค่าของหมุดหลักฐานแผนที่หลักที่ถ่ายค่ามายังหมุด ส.ป.ก.

การแปลงระหว่าง World Geodetic System 1984 to Indian Datum 1975

* ถ้าออกจากหมุดเฉลิมพระเกียรติค่าพิกัด กรกฎาคม 2541 ค่าพารามิเตอร์ คือ

$$\Delta X = -206.0 \text{ ม.}$$

$$\Delta Y = -837.0 \text{ ม.}$$

$$\Delta Z = -295.0 \text{ ม.}$$

* ถ้าออกจากหมุดเฉลิมพระเกียรติค่าพิกัด ตุลาคม 2552 ค่าพารามิเตอร์ คือ

$$\Delta X = -204.5 \text{ ม.}$$

$$\Delta Y = -837.9 \text{ ม.}$$

$$\Delta Z = -294.8 \text{ ม.}$$

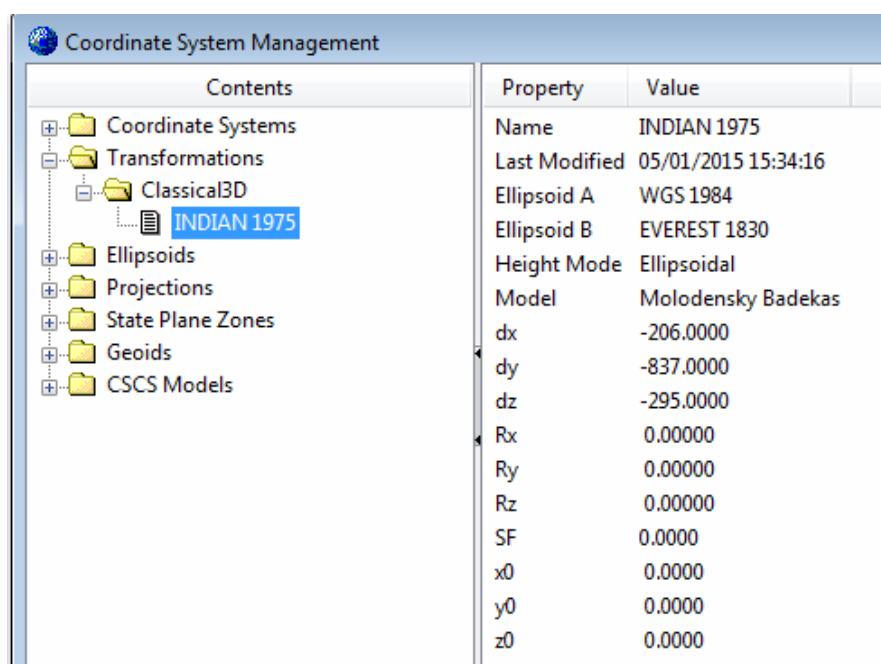
ซึ่งตรงตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดิน
ในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550

และ การแปลงระหว่าง Indian Datum 1975 to World Geodetic System 1984

$$\Delta X = 204.5 \text{ ม.}$$

$$\Delta Y = 837.9 \text{ ม.}$$

$$\Delta Z = 294.8 \text{ ม.}$$



คำอธิบาย

โดยมีหน่วยงาน DMAHTC เป็นผู้ดำเนินการใช้ค่าพิกัด ของสถานีดอปเพลอร์ จำนวน 6 สถานี คือ สถานีหมายเลข 10080,10082,10083,10084,32030 และ 32031 ได้ผลลัพธ์ค่าความสัมพันธ์ในการแปลง พื้นหลักฐานจาก WGS 1984 เป็น Indian 1975 ดังนี้ $X=-206$ เมตร , $Y=-837$ เมตร , $Z=-295$ เมตร กรมแผนที่ทหารใช้ค่าความสัมพันธ์ แปลงค่าพิกัดของสถานีที่ เขาสะแกกรัง (หมุดสามเหลี่ยมหมายเลข 91) ซึ่งเป็นจุดศูนย์กำเนิดของพื้นหลักฐาน Indian 1975 มาเป็นพื้นหลักฐาน WGS 1984 ได้ ผลลัพธ์ค่าพิกัด ดังนี้

ละติจูด 15 องศา 23 ลิปดา 01.54761 ฟลิปดา เหนือ

ลองจิจูด 100 องศา 00 ลิปดา 47.50649 ฟลิปดา ตะวันออก

ความสูงเหนือรูปทรงรี 111.6470 เมตร

Transformation ค่าพารามิเตอร์การแปลงระหว่าง WGS84 to INDIAN 1975

มีแบบจำลองค่าพารามิเตอร์ 2 แบบ คือ

1. Bursa Wolf (7 parameter)
2. Molodensky Badekas (3 parameter OR 7+3 parameter)

กรมแผนที่ทหารใช้แบบจำลอง Molodensky Badekas ในการหาค่าตัวแปร จึงควรใช้แบบจำลองตามกรมแผนที่ และใช้ค่าพารามิเตอร์เพียง 3 ค่า คือ dx , dy , dz

ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 7 + 3 ค่า คือ

- การเลื่อนแกน (Shift) dx dY dZ
- การหมุนแกน (Rotation) rX rY rZ
- การปรับสัดส่วน (Scale)
- และค่า X_0 , Y_0 , Z_0

ซึ่งต่างกับ กรณที่ดิน และบริษัท ESRI ที่กำหนดใช้แบบจำลอง Bursa Wolf (7 parameter)

การแปลงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ ระบบ WGS84เป็นค่าพิกัดกริด UTM Indian1975

-Projection

Type:UTM

Zone:47

Central Meridian: ..99

Hemisphere :Northern

-Ellipsoid

a=.....6377276.345 เมตร.

Reciprocal Flattering (1/f)= 300.8017

-Transformation

Trans.Type:classical 3D (Ellipsoid)

Model :**Bursa Wolf** (โปรแกรมLEICA Geo Office ของ ESRI)

dx:.....-204.5

dy:.....-837.9

dz:.....-294.8

- ตามประกาศกรมแผนที่ทหาร เรื่องค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการแปลงพื้นหลักฐาน เมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2551
- ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550
 - o $\Delta X = - 204.5$ ม. (ก่อน พ.ศ.2550 $\Delta X = - 206.0$ ม.)
 - o $\Delta Y = - 837.9$ ม. (ก่อน พ.ศ.2550 $\Delta Y = - 837.0$ ม.)
 - o $\Delta Z = - 294.8$ ม. (ก่อน พ.ศ.2550 $\Delta Z = - 295.0$ ม.)
 - o มีค่า RMS (Root mean square) แต่ละมิติ = 0.09 ม .

ปัจจุบันการใช้ค่าพารามิเตอร์จะเป็นค่าเดียวกัน กับ หมุดอ้างอิงที่ใช้โยงค่าพิกัดมา สอดคล้องตามระเบียบระเบียบสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2557

และการแปลงระหว่าง Indian Datum 1975 to World Geodetic System 1984

- o $\Delta X = 204.5$ ม .
- o $\Delta Y = 837.9$ ม .
- o $\Delta Z = 294.8$ ม .

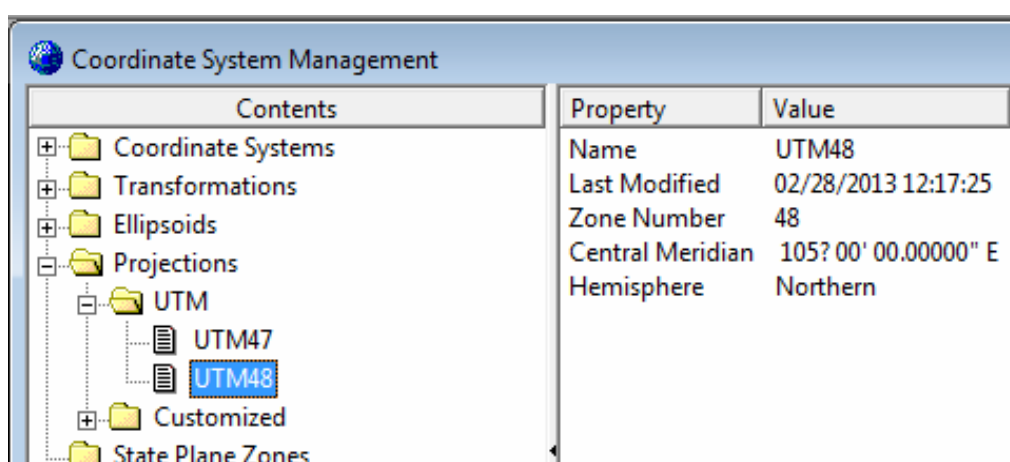
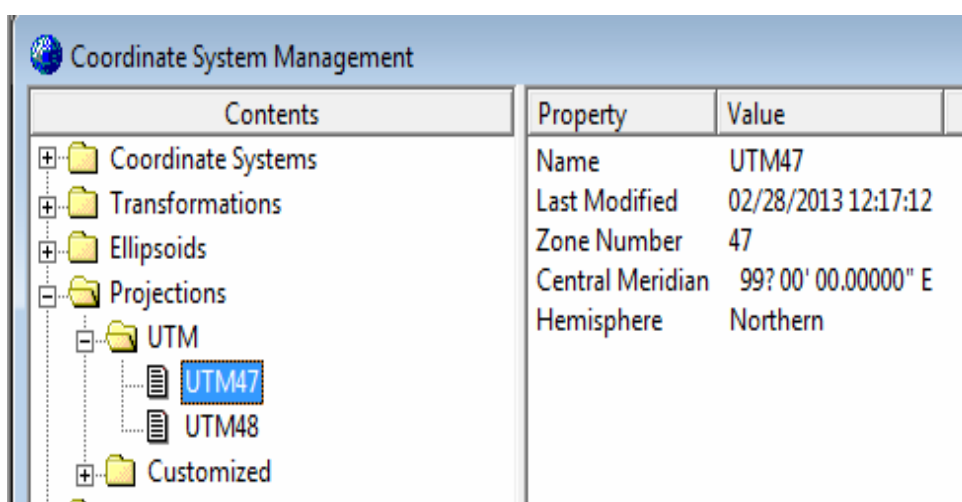
5.14.3 กำหนด Projections โปรเจกชันของแผนที่ (เส้นโครงแผนที่) คือระบบการเขียนแนวเส้นที่แทนเส้นเมริเดียน และเส้นขนาน (Meridians and Parallel) ของพิภพทั้งหมด หรือส่วนใดส่วนหนึ่งลงบนพื้นแบนราบตามมาตรฐาน

*** กำหนดโซน UTM Zone 47 (Longitude 96-102 องศา ตะวันออก) เส้นเมริเดียนกลาง (CM=Central Meridian) คือ เส้นเมริเดียน ที่ 99 องศา ตะวันออก ให้ค่าความผิดพลาดไปทางทิศตะวันออก (False easting) เท่ากับ 500,000 เมตร

Hemisphere : Northern (ซีกโลกหรือครึ่งโลกด้านเหนือ นับจากเส้นศูนย์สูตร Equator)

*** กำหนดโซน UTM Zone 48 (Longitude 102-108 องศา ตะวันออก) เส้นเมริเดียนกลาง (CM) ที่ 105 องศา ตะวันออก ให้ค่าความผิดพลาดไปทางทิศตะวันออก (False easting) เท่ากับ 500,000 เมตร

*** กำหนด Hemisphere : Northern (ซีกโลกหรือครึ่งโลกด้านเหนือ นับจากเส้นศูนย์สูตร Equator)



คำอธิบาย

ชนิดของการฉายแผนที่ (Transverse Mercator projection)

แบบ UTM (Universal Transverse Mercator) คือการฉายแผนที่แบบคณิตศาสตร์ ไม่มีลำแสงหรือจุดฉายเข้ามาเกี่ยวข้องกับพื้นผิวรองรับการฉายเป็นทรงกระบอก ซึ่งวางตัวเท่ากับ Datum เป็นการฉายที่มีคุณสมบัติแบบคงรูป(Conformal Projection) คือ

1. มาตราส่วนที่ตำแหน่งใดๆมีค่าเท่ากันทุกทิศทาง
2. มุมใดๆบนระนาบแผนที่ที่มีค่าเท่ากับมุมเดียวกันบน Datum
3. บนพื้นที่ขนาดเล็กจะใหรูปร่างของพื้นที่นั้นบนแผนที่เหมือนกับบน Datum แต่บนพื้นที่ขนาดใหญ่ๆรูปร่างของพื้นที่จะไม่ถูกต้อง

4. ตำแหน่งของจุดกำเนิด (Origin) ในแต่ละโซน อยู่ที่จุดตัดกันระหว่างเส้นเมริเดียนกลาง กับเส้นศูนย์สูตร (Equator)

5. หน่วยการวัดระยะเป็น เมตร

6. ค่าพิกัด UTM ที่ได้จากการฉายแผนที่โดยตรงจะออกมาเป็นค่าเป็นลบ เมื่อตำแหน่งอยู่ทางด้านซ้ายของเส้นเมริเดียนกลางหรืออยู่ทางซีกใต้ เพื่อความสะดวกให้ค่าพิกัดจากเป็น บวก จึงกำหนดให้

+ 500,000 เมตร สำหรับค่าพิกัดเท็จแนว ออก-ตก(False easting) ของแต่ละโซน

+ 0 เมตร สำหรับค่าพิกัดเท็จแนว เหนือ-ใต้ (False Northing) ของซีกโลกเหนือ

+ 10,000,000 เมตร สำหรับค่าพิกัดเท็จแนว เหนือ-ใต้ (False Northing) ของซีกโลกใต้ ของแต่ละโซน

7. ค่า Scale factor ที่จุดกำเนิดของโซนมีค่าเท่ากับ 0.9996 (เส้นเมริเดียนกลาง) ที่ขอบโซนมีค่า 1.000981

8. สำหรับประเทศไทย อยู่โซน 47 – โซน 48

9. UTM Zone 47 (Longitude 96-102 องศา ตะวันออก) เส้นเมริเดียนกลาง (CM=Central Meridian) คือเส้นเมริเดียน ที่ทรงกระบอกสัมผัส Datum ซึ่งบริเวณนี้จะมีมาตราส่วนถูกต้องที่ 99 องศา ตะวันออก ให้ค่าความผิดพลาดไปทางทิศตะวันออก (False easting) เท่ากับ 500,000 เมตร

Hemisphere : Northern (ซีกโลกหรือครึ่งโลกด้านเหนือ นับจากเส้นศูนย์สูตร Equator)

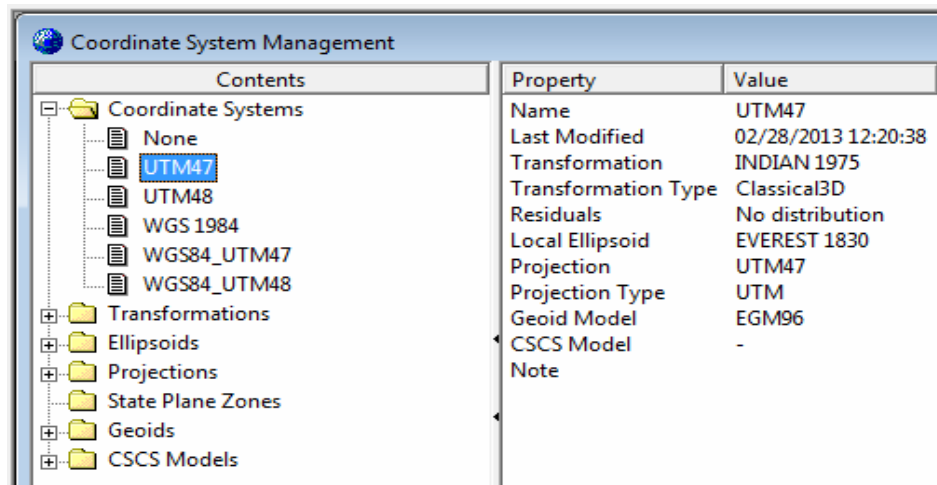
UTM Zone 48 (Longitude 102-108 องศา ตะวันออก) เส้นเมริเดียนกลาง (CM) ที่ 105 องศา ตะวันออก ให้ค่าความผิดพลาดไปทางทิศตะวันออก (False easting) เท่ากับ 500,000 เมตร

10. ระยะเหลื่อมกัน (Overlap) ของแต่ละโซนทางตะวันออก/ตก จะมีค่าประมาณ 40 กิโลเมตร

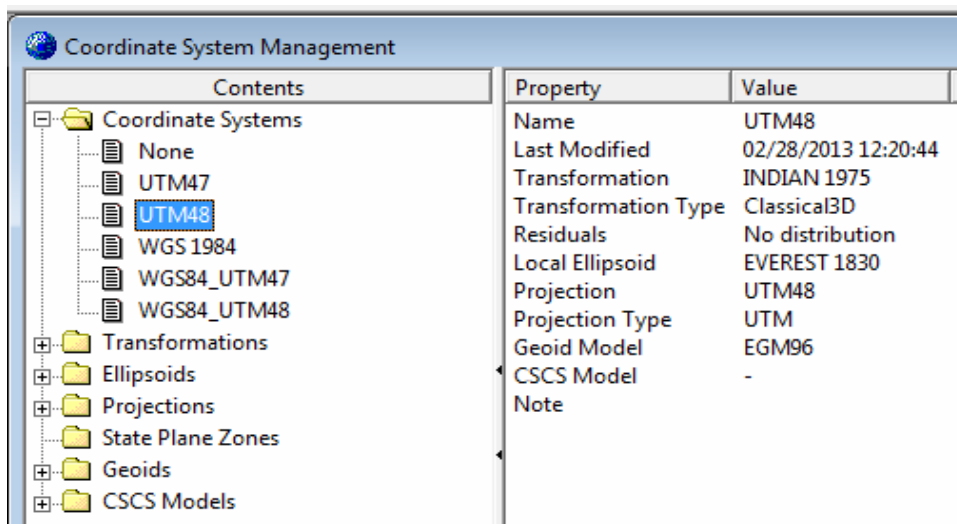
Hemisphere : Northern (ซีกโลกหรือครึ่งโลกด้านเหนือ นับจากเส้นศูนย์สูตร Equator)

5.14.4 กำหนด Coordinate Systems ให้กำหนด สร้างระบบพิกัด

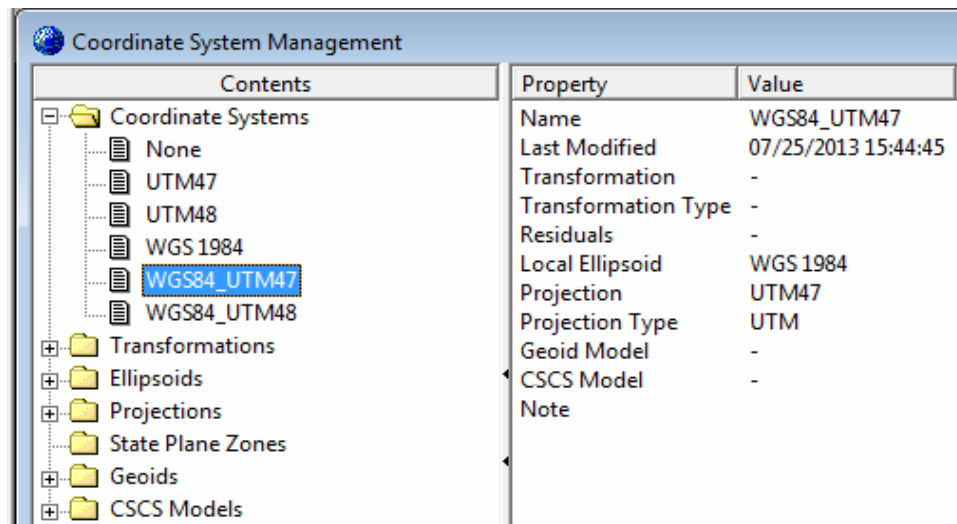
*** ระบบพิกัด UTM Zone 47 (Datum Indian 1975) แผนที่ 1:50,000 L7017



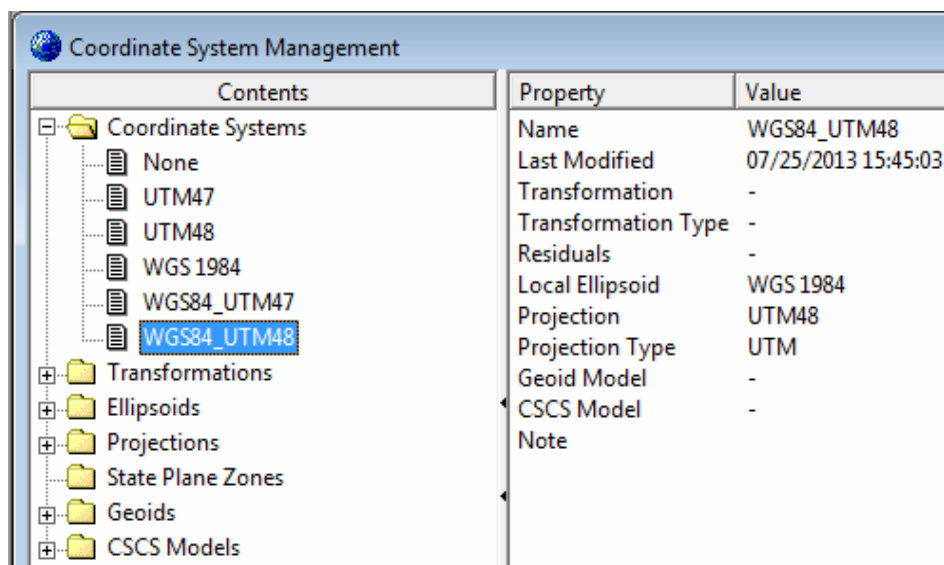
*** ระบบพิกัด UTM Zone 48 (Datum Indian 1975) แผนที่ 1:50,000 L7017



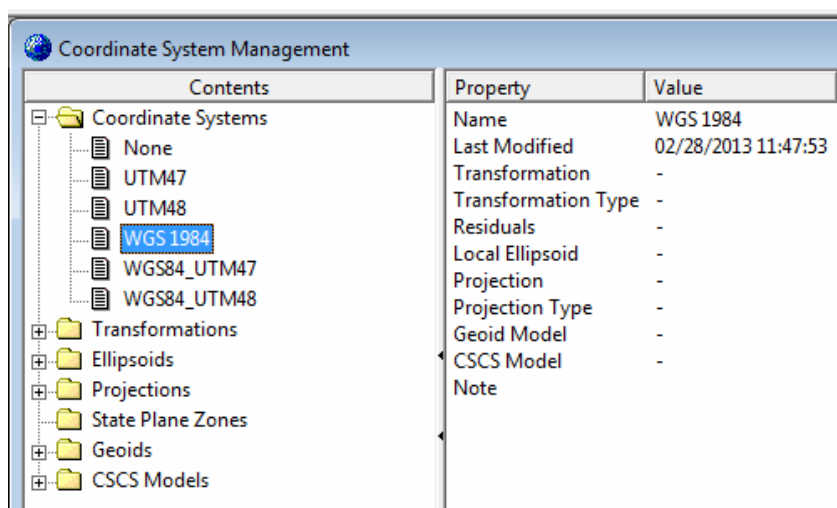
*** ระบบพิกัด UTM Zone 47 (Datum WGS 1984) แผนที่ 1:50,000 L7018



*** ระบบพิกัด UTM Zone 48 (Datum WGS 1984) แผนที่ 1:50,000 L7018



*** ระบบพิกัด WGS 1984



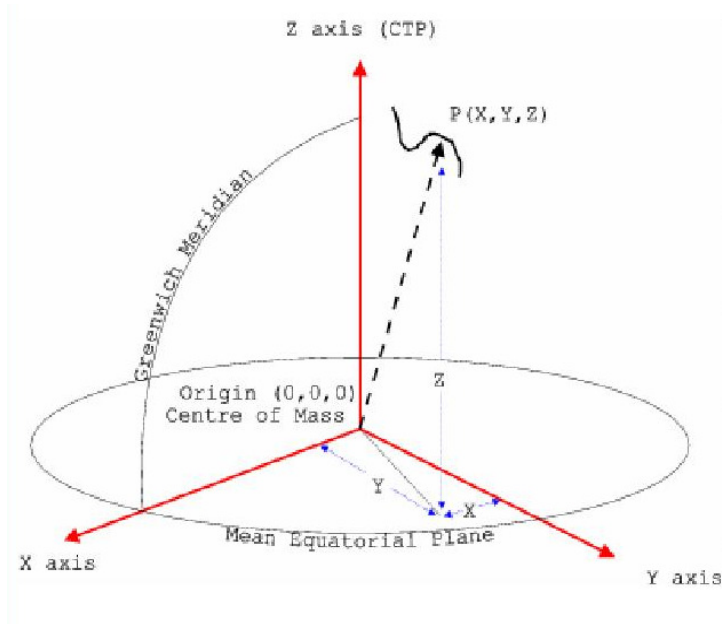
คำอธิบาย

ระบบพิกัดที่ใช้ในงาน GPS มี 3 ระบบพิกัด (Used in Thailand) คือ

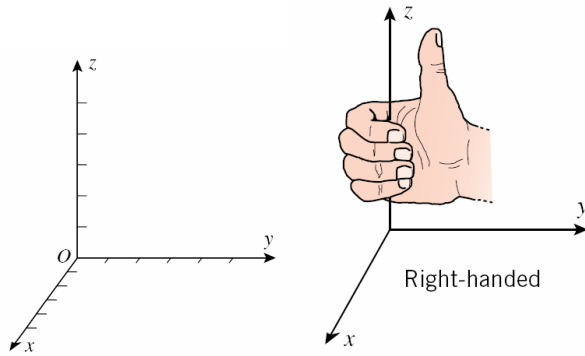
- ค่าพิกัดจากคาร์ทีเซียน (Cartesian coordinate ; X, Y, Z)
- ค่าพิกัดยี่ห้อเดติก (Geodetic coordinate ; ϕ, λ, h) Latitude , Longitude , height
- ค่าพิกัดจาก ยูทีเอ็ม (UTM coordinate ; E, N, h)

ระบบพิกัดจาก 3 มิติ ECEF (Cartesian coordinate) X,Y,Z ตามกฎมือขวาคือ แกน X กับแกน Z ตั้งฉากกัน และแกน Y ต้องตั้งฉากกับแกน X และแกน Z จะชี้ไปทางขั้วโลกเหนือ (ประเทศไทยค่าทางแกน X จะติดลบเสมอ และค่าความสูงจะมีผลต่อพิกัดทางแกน Y ในการวัดค่าความสูงของงานรับสัญญาณดาวเทียม จึงมีความสำคัญมาก)

ECEF = Earth Fixed Cartesian Coordinate System

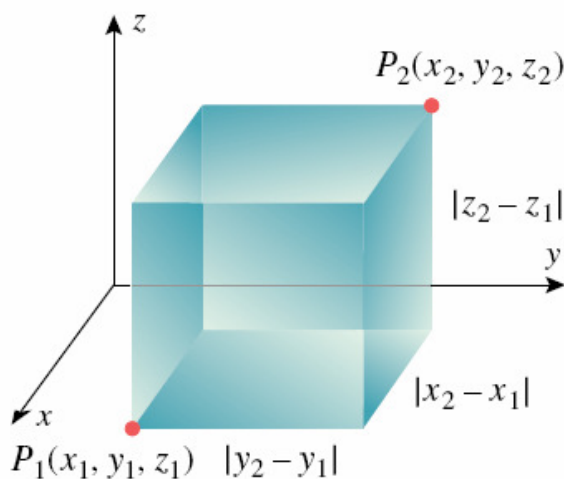


- Origin ทับกับจุดศูนย์กลางมวลสารของโลก
- แกน Z ทับกับแกนหมุนเฉลี่ยของโลก
- โดยทั่วไปกำหนดให้แกน X ทับกับ Greenwich Meridian
- ไม่จำเป็นต้องมี Datum Surface
- ระบบพิกัดจากแบบนี้เรียกว่า Earth-Centered Earth-Fixed (ECEF)
- ตำแหน่งของจุดใด ๆ ระบุด้วย X,Y,Z



ค่าพิกัดแบบคาร์ทีเซียน(Cartesian) เป็นค่าพิกัดบนภูมิประเทศจริง

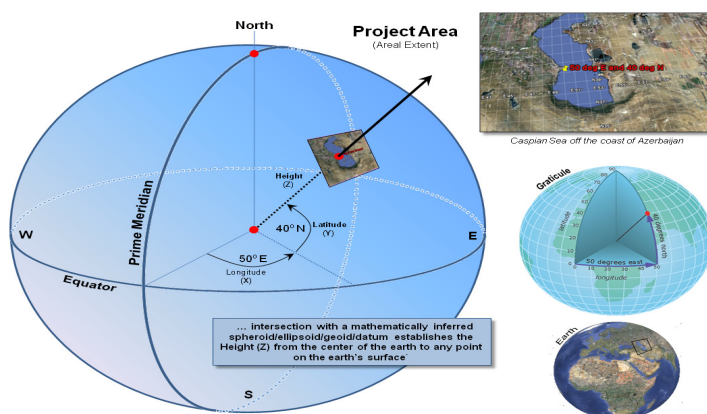
การหาระยะจากพิกัดคาร์ทีเซียน ด้วยสูตร $\text{Dist} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$



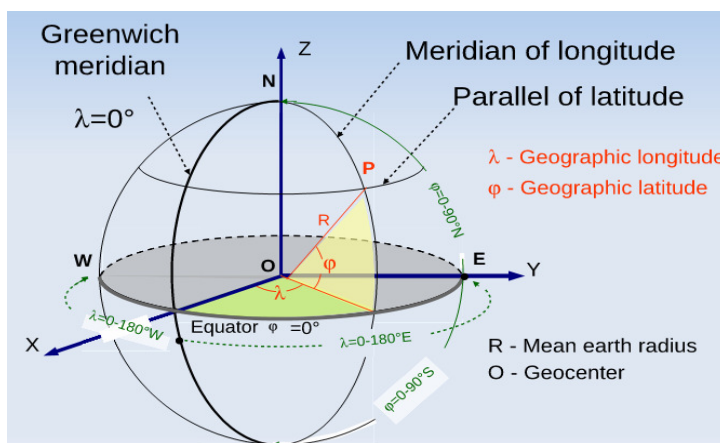
ระยะทางระหว่างจุด 2 จุด ค่าพิกัดคาร์ทีเซียน

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลก ด้วยวิธีอ้างอิงบอกตำแหน่งที่มีหน่วยเป็น องศา ลิปดา พิลิปดา

- ละติจูด Latitude หรือเส้นรุ้ง คือ ระยะทางเชิงมุมที่วัดไปทางเหนือและใต้ของเส้นศูนย์สูตร นับจาก 0 องศา ไปเหนือ 90 องศาและทางใต้ 90 องศา
- ลองจิจูด Longitude หรือเส้นแวง คือ ระยะทางเชิงมุมที่วัดจากเมริเดียนปฐม ซึ่งถือที่ 0 องศา ตำบลกรีนิชเป็นหลัก วัดไปทางตะวันออก 180 องศาตะวันออก และทางตะวันตก 180 องศาตะวันตก
- เป็นระบบพิกัดที่ต่อเนื่องทั่วทั้งโลก ไม่มีขอบหรือรอยต่อยกเว้นบริเวณ $\pm 180^\circ$ ทางลองจิจูด และ Singularities บริเวณขั้วโลกทั้งสอง
- เป็นระบบพิกัดที่ให้ Sense ในเรื่องลักษณะภูมิอากาศ เวลา และตำแหน่งสัมพัทธ์ ชีวโลกเหนือ/ใต้ ที่แบ่งด้วยเส้นศูนย์สูตร ตะวันออก/ตก ที่แบ่งด้วยเส้นเมริเดียน ภูมิอากาศเขตร้อน/อบอุ่น/หนาว/ขั้วโลก ที่แบ่งด้วยค่าละติจูด



เป็นระบบพิกัดที่ใช้ระยะเชิงมุมจากศูนย์กลางของโลกในแนวระนาบและแนวตั้ง เรียกว่า ละติจูด (latitude) และ ลองจิจูด (longitude) มีหน่วยเป็น องศา ลิปดา พิลิปดา



ระบบพิกัดกริดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator Coordinate System) เป็นระบบ พิกัดฉากที่กำหนดตำแหน่งต่างๆบนพื้นโลก ด้วยวิธีอ้างอิงบอกตำแหน่ง

1. มีหน่วยเป็นเมตร
2. ขอบเขตครอบคลุมพื้นที่บนโลก ระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ และละติจูด 84 องศาใต้
3. แบ่งพื้นโลกออกเป็น 60 โซน ตามองศา ลองติจูด แต่ละโซนระยะห่างโซนละ 6 องศาของติจูดเท่ากับ 660,000 เมตร (660 กิโลเมตร)
4. ประเทศไทยมีเส้นเมริเดียนกลางที่ 99 องศาตะวันออก ของโซน 47 และ เส้นเมริเดียนกลางที่ 105 องศาตะวันออก ของโซน 48 ออกจากเมริเดียน กลางข้างละ ± 3 องศา (330 กม)
 - o ระยะทาง 1 องศา บนพื้นโลก คิดเป็นระยะทางประมาณ 109.728 กิโลเมตร
 - o ระยะทาง 1 พิลิปดา บนพื้นโลก คิดเป็นระยะทางประมาณ 30.48 เมตร
5. การระบุพิกัดในแต่ละโซนจะกำหนดให้จุดกำเนิด (point of origin) อยู่ที่จุดตัดระหว่างเส้นศูนย์สูตรกับเส้นเมริเดียน กึ่งกลางของโซน

พิกัดของจุดศูนย์กำเนิดของแต่ละโซนทางซีกโลกเหนือ

False northing = 0 เมตร

False easting = 500, 000 เมตร

พิกัดของจุดศูนย์กำเนิดของแต่ละโซนทางซีกโลกใต้

False northing = 10,000,000 เมตร

False easting = 500, 000 เมตร

6. สเกลแฟกเตอร์ที่ เมอริเดียนกลาง (K_0) เป็น 0.9996 ($K_0 = 1 - 1/2,500$) ($K_0 = 2,499/2,500$) สเกลแฟกเตอร์เฉลี่ยทั่วโซน 0.99961.....1.000977 ทั้งนี้เพื่อรักษาความต่าง หรือ ความผิดพลาดไม่เกิน 1:2,500 ดังนั้น วัดระยะทางบนแผนที่ได้ 1 กิโลเมตร ระยะทางอาจผิดพลาดไม่เกินระยะจริง 0.4 เมตร

คำอธิบาย $1/2,500 = 0.0004$ เมตร หรือ 0.4 ม.ม. ดังนั้น $K_0 = 1 - 0.0004$ เมตร = 0.9996 ความผิดพลาดไม่เกิน 1/2,500 คือ ระยะ 2.5 เมตร ผิดพลาดไม่เกิน 1 ม.ม. หรือ 1,000,000 ม.ม. ผิดพลาดไม่เกิน 400 ม.ม. หรือ 1 กิโลเมตร ผิดพลาดไม่เกิน 40 ซม.

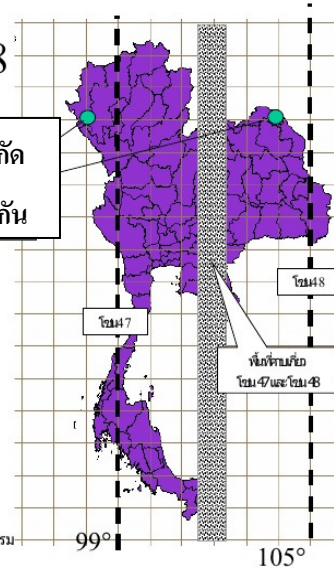
7. ค่าพิกัดที่ห่างจากเมริเดียน และเส้นศูนย์สูตรเท่ากัน จะมีค่าพิกัดเหมือนกัน **เนื่องจากทุกโซนมีจุดกำเนิดที่พิกัดเดียวกัน การระบุพิกัดในระบบนี้จะต้องระบุโซนด้วยเสมอ**

โซนยูทีเอ็ม 47 และ 48

ปัญหาพบบ่อย

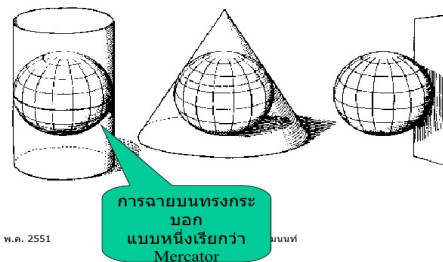
- ค่าพิกัดที่ห่างจากเมอริเดียน และเส้นศูนย์สูตรเท่ากัน จะมีค่าพิกัดเหมือนกัน
- โซนคาบเกี่ยว บริเวณ จังหวัดเลย จังหวัดนครราชสีมา ...
- มักมีความสับสน ไม่แน่ใจโซน
- การปรับแต่งเครื่องรับสัญญาณ

ค่าพิกัด
เดียวกัน



การฉายแผนที่ (Map Projection) การฉายบนทรงกระบอก แบบหนึ่งเรียกว่า Mercator

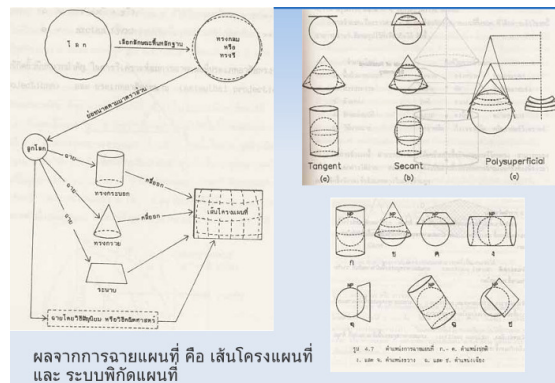
การฉายแผนที่ (Map Projection)



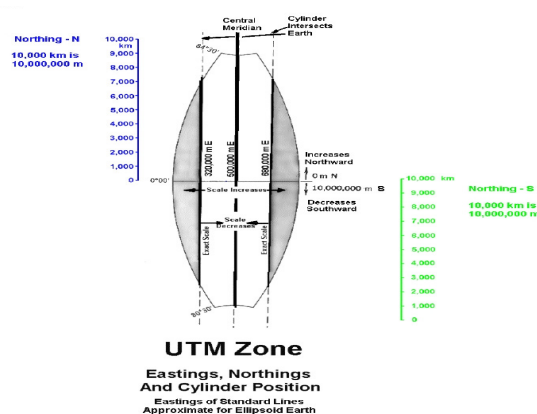
พ.ศ. 2551

ฉบับที่

9



ผลจากการฉายแผนที่ คือ เส้นโครงแผนที่ และ ระบบพิกัดแผนที่



5.15 การวัดระยะ

ระยะทางที่เป็นเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- ระยะทางบนพื้นดินจริงในสนาม (Ground distance) เช่น ระยะด้วยกล้อง Total Station เป็นระยะบนภูมิประเทศ (Ground distance) ระยะบนส่วนโค้งของโลก
- ระยะทางบนพื้นที่ย่อยยัด (Geoid) ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก./ MSL (Mean sea Level) พื้นที่ย่อยยัด (Geoid) หมายถึง พื้นผิวซึ่งมีค่าแรงดึงดูดของโลกเท่าๆกัน และเท่ากับแรงดึงดูดที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง
- ระยะบนแผนที่ (Grid distance) เช่น ระยะจากพิกัด UTM เป็นระยะราบบนแผนที่ (Map)

การทอนระยะ

$M =$ ระยะบนแผนที่ (Map Distance / M.D.)

$M = C * K$ หรือ $M = S.L. * S.F.$

$S.L. * S.F.$ = ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะลงสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (ย่อยยัด) คูณด้วย ค่าพิกัดฉากเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลางของด้านนั้น หรือ ค่าผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะลงสู่ระดับน้ำทะเลปานกลางกับค่า Scale Factor มาเป็นระยะทางบนระนาบแผนที่ หรือในทางกลับกัน

S.F. (Scale Factor) เป็นค่าความเพี้ยนเชิงเส้น

$K =$ Point Scale Factor = ค่าตัวคูณมาตราส่วน หมายถึง ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่จุดใด ๆ

สูตร Point Scale Factor กรมที่ดิน

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

= ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่จุดใด ๆ หรือ Point Scale Factor

K_0 หมายถึง ค่าสเกลแฟกเตอร์ ที่เส้นเมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) เท่ากับ 0.9996

S.L. (Sealevel Factor) หมายถึง ตัวคูณสำหรับทอนระยะที่วัดได้บนพื้นดิน เป็นระยะที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือ พื้นที่ย่อยยัด (Coefficient for Reduction Mean Sea Level / S.L. หรือ E.F. หรือ C = ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะที่วัดได้บนพื้นดินเป็นระยะที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง)

เช่น ..การหาระยะทางบนแผนที่.....เมื่อกำหนดให้ระยะทางบนพื้นดินเท่ากับ 400 เมตร.

คำนวณดังนี้

1. ระยะทางบนพื้นดิน= 400 เมตร

2. ระยะทางที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง.....= ระยะทางบนพื้นดิน * E.F.....= 400* E.F. เมตร.

3. ระยะทางบนแผนที่= ระยะทางบนพื้นดิน * E.F. * S.F...= 400 * E.F. * S.F. เมตร.

ค่าปรับแก้ทางด้านระดับ (Elevation Factor : E.F.)

ค่าปรับแก้ทางด้านความสูงเมื่อเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.)

คำนวณจากสูตร...ดังนี้

$$\text{Elevation Factor} \dots = \text{Sea-Level distance} / \text{Ground distance} \dots = R/(R+H)$$

R.....ค่ารัศมีเฉลี่ยของโลก

(√MN : M.. คือ รัศมีความโค้งในระนาบ เมอริเดียน : N ..คือรัศมีความโค้งในระนาบตั้งสำคัญ)

H.....ค่าระดับเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง(รทก.) หรือ เป็นค่าระดับเฉลี่ยของทุกตำแหน่ง ที่อยู่ ภายวงรอบเดียวกัน (กม.)

ตัวอย่าง วัดระยะที่ระดับ 300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้ความยาว 700 เมตร ค่า Elevation Factor (E.F.)จะมีค่าเท่าใด

$$\text{E.F.} \dots = R/(R+H) \dots = 6372 / (6372+0.300)$$

ดังนั้น..ความยาว 700 เมตร ..ที่ระดับสูง 300 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง จะมีความยาว

จากสูตร

$$\text{ระยะทางที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง} = \text{ระยะทางที่วัดได้จากภูมิประเทศ} * \text{E.F.}$$

$$\dots = 700 * \text{E.F. เมตร.}$$

ค่าปรับแก้ทางด้านสเกลแฟคเตอร์ (Scale Factor :S.F.)

คำนวณจากสูตร....ดังนี้

$$\text{Mp} \dots = \text{Mo} * (1 + (X^2 / 2(R)^2))$$

Mp..... = ค่าสเกลแฟคเตอร์ ตำแหน่งที่สำรวจ

Mo..... = ค่าสเกลแฟคเตอร์ ตำแหน่งที่แนวเมอริเดียนย่านกลาง(Central Meridian:C.M.)...=0.9996

X.....= ระยะไปทางตะวันออกหรือไปทางตะวันตกจากเส้นเมอริเดียนย่านกลาง(C.M.)

R.....= ค่ารัศมีเฉลี่ยของทรงกลม.....= 6372 กม.

Grid Factor...= Elevation Factor.. *... Scale Factor

Grid distance...= Ground distance...*... Grid Factor

ตัวอย่าง วัดระยะทางจากเมอริเดียนย่านกลางไปทางขวา 20,000 เมตร. อยากทราบว่าค่าสเกลแฟคเตอร์ เท่าใด

$$\text{Mp} \dots = \text{Mo} * (1 + (X^2 / 2(R)^2))$$

Mp...= ค่าสเกลแฟคเตอร์ ตำแหน่งที่สำรวจ

Mo...= ค่าสเกลแฟคเตอร์ ตำแหน่งที่แนวเมอริเดียนย่านกลาง(Central Meridian:C.M.)=0.9996

X.....= ระยะไปทางตะวันออกหรือไปทางตะวันตกจากเส้นเมอริเดียนย่านกลาง(C.M.)=20,000 เมตร.หรือ 20 กม.

R.... = ค่ารัศมีเฉลี่ยของทรงกลม.....= 6372 กม.

$$\text{Mp สเกลแฟคเตอร์ ตำแหน่งที่สำรวจ} \dots = 0.9996 (1 + (20)^2 / 2(6372)^2)$$

หรือ

การแปลงระยะทางในภูมิประเทศเป็นระยะบนผิวอีลอยด์ (บนระดับน้ำทะเลปานกลาง MSL)

กำหนดให้ S เป็นระยะที่วัดได้บนผิวโลก และ Dg เป็นระยะบนผิวอีลอยด์

$$\text{สูตร } Dg = S * C$$

เมื่อ C เป็นค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะที่วัดได้บนพื้นดินเป็นระยะที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง

$$\text{สูตร } C = R/(R+H)$$

R เป็นรัศมีเฉลี่ยของโลกมีค่าเท่ากับ 6,358,211.105 เมตร (ที่ ละติจูด 13 องศาเหนือ)

H เป็นความสูงเฉลี่ยของเส้นโครงงานหมุดหลักฐานเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีหน่วยเป็นเมตร (อ่านจากเส้น Contour หรือจุดระดับบนแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร)

ตัวอย่าง หาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะลงสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 758 เมตร

$$C = R/(R+H)$$

$$C = 6358211.105/(6358211.105+758)$$

$$C = 0.999881$$

แต่จากการฉายแผนที่ตามระบบพิกัด UTM จะได้ระยะทางบนระนาบแผนที่ ซึ่งไม่เท่ากับระยะของมันเป็นบนพื้นหลักฐานอ้างอิง ดังนั้นต้องหาค่าความเพี้ยนเชิงเส้น (Scale Factor , K) เพื่อแปลงระยะบนพื้นหลักฐานอ้างอิง ให้เป็นระยะบนระนาบการฉายแผนที่ (ทอนระยะที่ระดับน้ำทะเลปานกลางเป็นระยะบนแผนที่)

ค่า Scale Factor ที่เส้น Central meridian หรือระยะทางบนแผนที่จะเท่ากับระยะทางบนพื้นผิวโค้งทรงรี ดังนั้นบนแผนที่ตำแหน่งที่อยู่ห่าง Central meridian ความถูกต้องของระยะทางจะลดลง

เมื่อได้ค่า Scale Factor ก็สามารถหาระยะบนระนาบการฉายแผนที่ได้

$$\text{สูตร } d = K * Dg \text{ (เมื่อ d เป็นระยะบนระนาบแผนที่ และ K เป็นค่า Scale Factor)}$$

จากข้างต้น $Dg = S * C$ เพราะฉะนั้น $d = S * C * K$ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าระยะทางบนระนาบการฉายแผนที่ จะมีค่าเท่ากับระยะทางในภูมิประเทศคูณกับค่าผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะลงสู่ระดับน้ำทะเลปานกลางกับค่า Scale Factor

ตัวอย่าง แปลงค่าระยะบนพื้นโลกเป็นระยะทางบนระนาบแผนที่ วัดระยะภาคพื้นดินได้ 615.743 เมตร อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 435 เมตร มีค่า Scale Factor เป็น 0.9998

ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนระยะลงสู่ระดับน้ำทะเลปานกลาง $C = R/(R+H)$

R เป็นรัศมีเฉลี่ยของโลก = 6,358,211.105 เมตร

H เป็นความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง = 435 เมตร

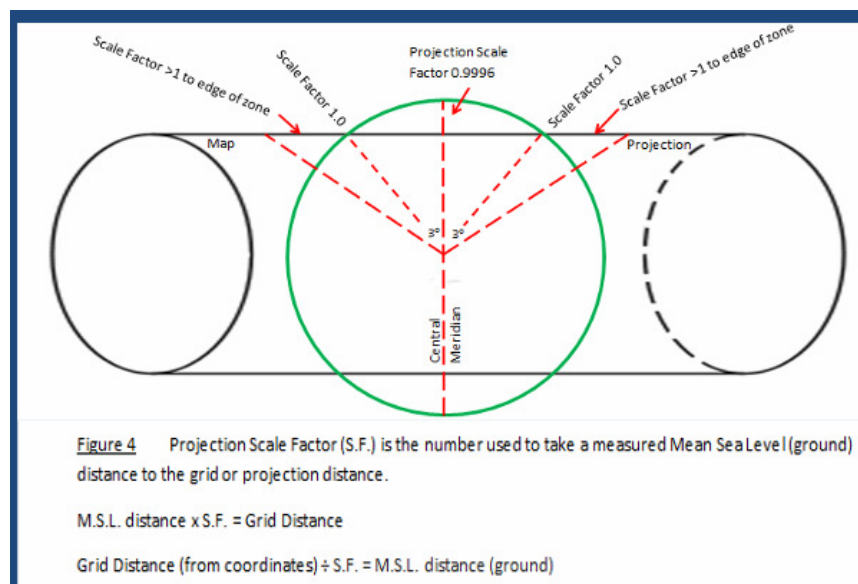
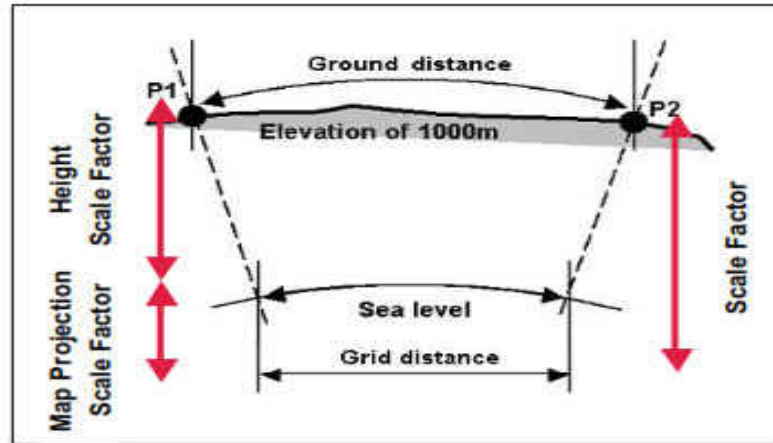
ดังนั้น $C = 6358211.105/(6358211.105+435) = 0.999931589$ หรือ 0.99993

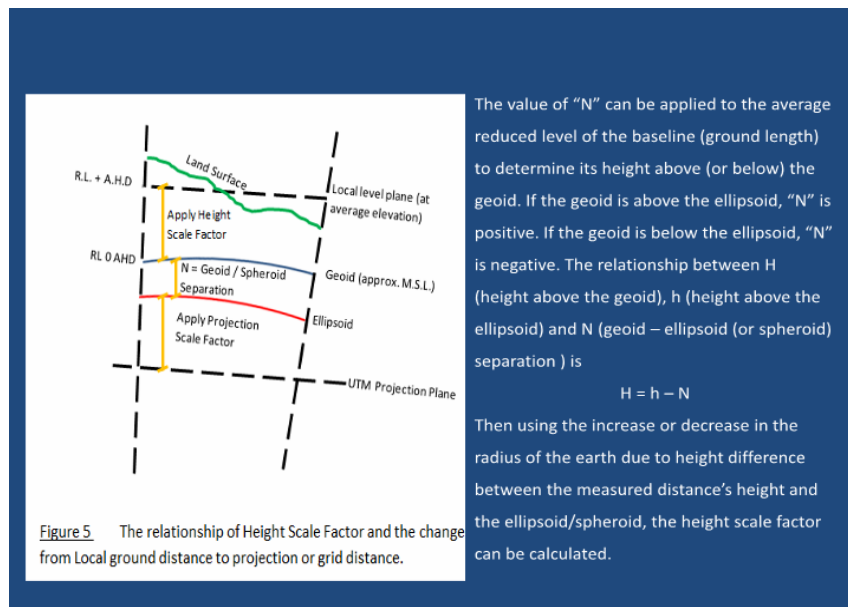
$$d = S * C * K$$

$$d = 615.743 * 0.99993 * 0.9998$$

$$d = 615.578 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น ระยะบนระนาบแผนที่(UTM) = 615.578 เมตร (ซึ่งจะต่างกับการวัดระยะภาคพื้นดินอยู่ 0.165 เมตร)





สรุป ตัวคูณมาตราส่วน เช่น โปรแกรมคำนวณค่าพิกัดจากดาวเทียม LEICA Geo Office แสดงค่า

Elevation S.F. หรือ S.L. (Sealevel Factor) หรือ E.F. หรือ C หรือ MSL

Projection S.F. หรือ S.F. (Scale Factor) หรือ K หรือ Point Scale Factor

Combined S.F. หรือ $M = C * K$ หรือ $M = S.L. * S.F.$

การใช้ Scale Factor

- สำหรับงานสำรวจที่มีความละเอียดต่ำ เช่น 1 : 1,000 ไม่จำเป็นต้องใช้ Scale Factor
- สำหรับความละเอียด อยู่ระหว่าง 1 : 1,000 ถึง 1 : 5,000 Scale Factor เปิดได้จากกราฟโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่กึ่งกลางด้านนั้น ๆ เช่น ϕ_m หรือพิกัดที่จุดกึ่งกลางด้านนั้น
- สำหรับความละเอียด มากกว่า 1 : 5,000 Scale Factor ต้องคำนวณจากสูตร และใช้ดังนี้
 - : ถ้าวรรบยาวไม่เกิน 24 กม. หรือ ด้านของสามเหลี่ยมไม่เกิน 8 กม.

1) ใช้ Scale Factor จากจุดปลายทั้งสอง คือ $K = (K_1 + K_2)/2$ (1)

2) ใช้ Scale Factor ที่จุดกึ่งกลางด้านนั้น โดยใช้ ϕ_m หรือพิกัดเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลางด้านนั้น

-: ถ้าวรรบยาวเกิน 24 กม. หรือ ด้านของสามเหลี่ยม ยาวกว่า 8 กม. การหาค่า Scale Factor

ที่ละเอียดจะใช้ค่าเฉลี่ยของ q^{-2} แทนค่า q^2 , q^4 ในสูตร

$$q^{-2} = (q_1^2 + q_1 q_2 + q_2^2)/3 \quad \text{.....(2)}$$

$$K = K_0[1 + (XVIII)q^{-2} + 0.0003q^{-4}] \quad \text{.....(3)}$$

ระยะทาง / ละเอียด / ค่าระดับ

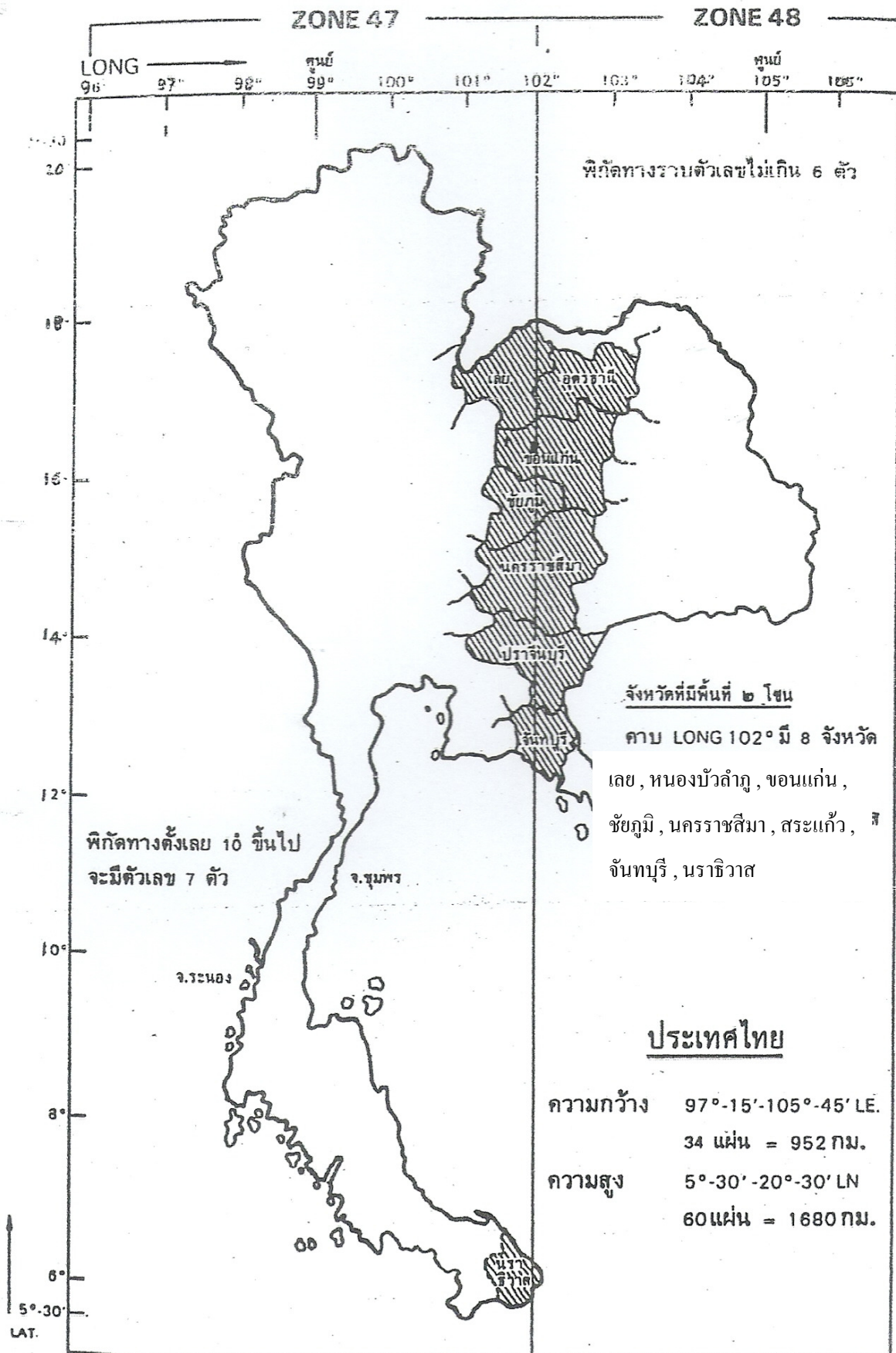
- ระยะทางที่วัดได้เป็นระยะที่วัดไปตามพื้นผิวภูมิประเทศที่มีความลาดเอียง จะต้องทอนให้เป็นระยะราบที่ความสูงเฉลี่ยของเส้นรังวัด แล้วทอนต่อไปเป็นระยะทางบนผิวรูปทรงรี หรือ อีลิปซอย (Sealevel Coefficient) แล้วใช้ตัวคูณมาตราส่วนทอนต่อไปเป็นระยะทางบนแผนที่ (Scale Factor)

- ละเอียดที่รังวัดได้จากงานรังวัดเป็นละเอียดทางยี่ห้อเดซี ซึ่งเป็นทิศทางอ้างอิงกับรูปทรงรี สำหรับละเอียดจากแผนที่เป็นค่าที่วัดจากแนวเมริเดียนที่ขนานกับแนวเมริเดียนกลางของโซนนั้น ๆ หรือเรียกว่า ละเอียดทกริด ซึ่งต่างจาก ละเอียดทางยี่ห้อเดซีด้วยขนาดมุมของการลู่ออกของแนวเมริเดียนที่จุดนั้น

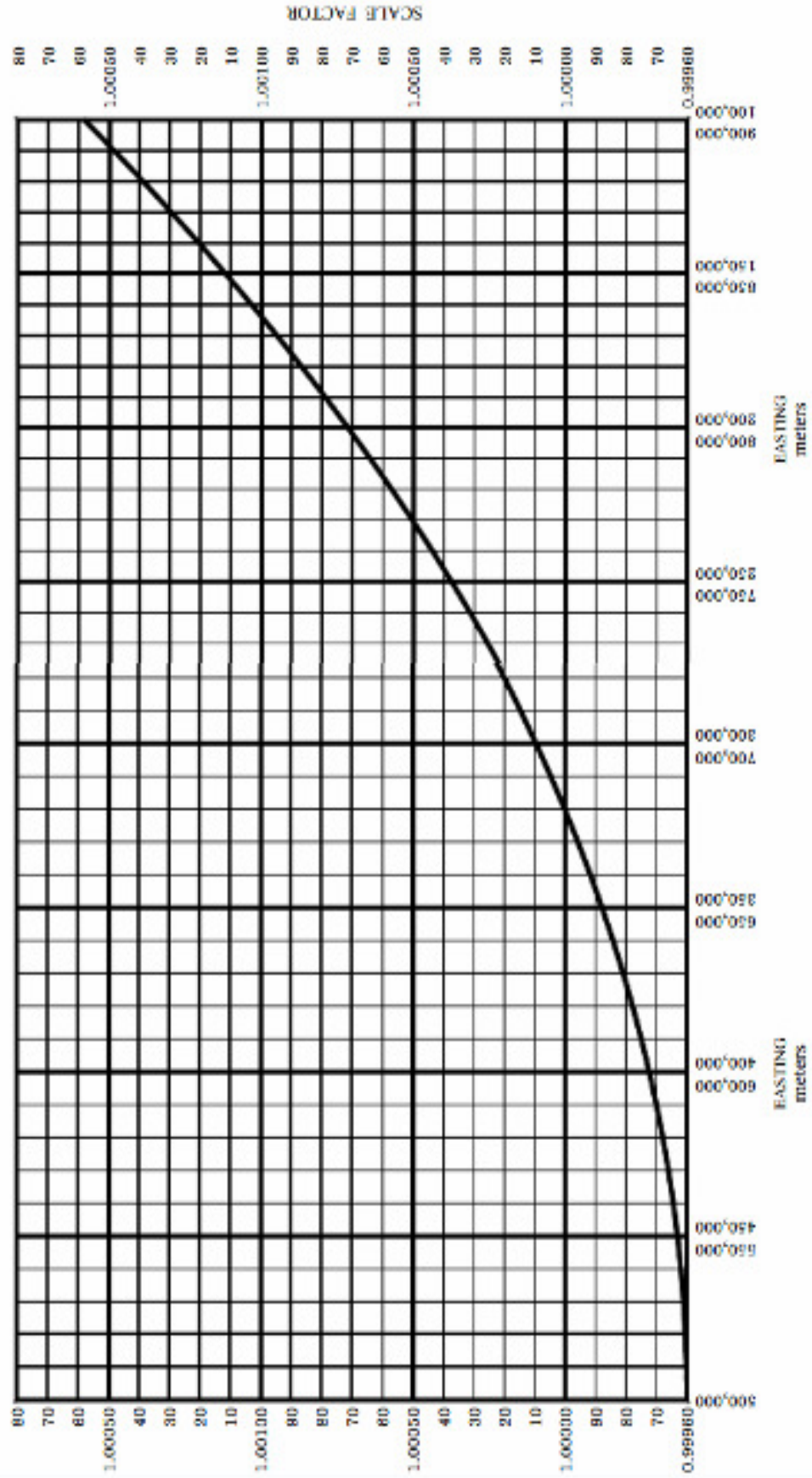
$$\text{ละเอียดทกริด} = \text{ละเอียดทางยี่ห้อเดซี} - C$$

ค่ามุมของการลู่ออก C มีเครื่องหมายเป็นบวกสำหรับจุดที่อยู่ทางตะวันออกของแนวเมริเดียนกลาง และมีเครื่องหมายเป็นลบเมื่ออยู่ทางตะวันตก

- ความสูงหรือค่าระดับที่ใช้โดยทั่วไปในงานรังวัดคือ ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level ; MSL) ถือได้ว่าเป็นตัวแทนของความสูงเหนือยี่ห้อ H หรือความสูงออร์โธเมตริก (Orthometric Height) โดยเหตุที่ค่าพิกัดตำแหน่งทางราบใช้รูปทรงรีเป็นพื้นผิวอ้างอิงในการคำนวณ ดังนั้นถ้าจะบอกพิกัดตำแหน่งสามมิติของจุดจุดหนึ่ง ค่าพิกัดตำแหน่งทางราบและความสูงของจุดนั้นก็จะต้องอ้างอิงอยู่กับพื้นผิวอันเดียวกัน เช่น (N , E , Elevation) ในกรณีอ้างอิงอยู่กับรูปทรงรี การใช้ค่าละติจูดและลองจิจูดทางยี่ห้อเดซี (ϕ, λ, h) เมื่อ h คือความสูงเหนือรูปทรงรี (Ellipsoidal Height)



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR GRID
SCALE FACTOR



การหา Scale Factor จากกราฟโดยใช้ค่า E

224

บัญชีแสดงค่าตัวคูณมาตรฐาน (K)

แบบจำลองระบบกริดที่คำนวณค่าตัวคูณมาตรฐาน (K) และกำหนดพื้นที่เพื่อเก็บรายละเอียดของพื้นที่ดิน

โดยวิธีการวัดพื้นที่หนึ่งในระบบพิกัดฉาก G.T. เริ่ม พ.ศ. ๒๕๔๒

Easting (m.)	K	Easting (m.)	Easting (m.)	K	Easting (m.)	Easting (m.)	K	Easting (m.)
500,000	0.99960	500,000	425,000	0.99967	575,000	349,000	0.99968	651,000
499,000	0.99960	501,000	423,000	0.99967	577,000	347,000	0.99969	653,000
497,000	0.99960	503,000	421,000	0.99968	579,000	345,000	0.99990	655,000
495,000	0.99960	505,000	419,000	0.99968	581,000	343,000	0.99990	657,000
493,000	0.99960	507,000	417,000	0.99969	583,000	341,000	0.99991	659,000
491,000	0.99960	509,000	415,000	0.99969	585,000	339,000	0.99992	661,000
489,000	0.99960	511,000	413,000	0.99969	587,000	337,000	0.99993	663,000
487,000	0.99960	513,000	411,000	0.99970	589,000	335,000	0.99994	665,000
485,000	0.99960	515,000	409,000	0.99970	591,000	333,000	0.99995	667,000
483,000	0.99960	517,000	407,000	0.99971	593,000	331,000	0.99995	669,000
481,000	0.99960	519,000	405,000	0.99971	595,000	329,000	0.99996	671,000
479,000	0.99961	521,000	403,000	0.99972	597,000	327,000	0.99997	673,000
477,000	0.99961	523,000	401,000	0.99972	599,000	325,000	0.99998	675,000
475,000	0.99961	525,000	399,000	0.99973	601,000	323,000	0.99999	677,000
473,000	0.99961	527,000	397,000	0.99973	603,000	321,000	1.00000	679,000
471,000	0.99961	529,000	395,000	0.99974	605,000	319,000	1.00001	681,000
469,000	0.99961	531,000	393,000	0.99974	607,000	317,000	1.00001	683,000
467,000	0.99961	533,000	391,000	0.99975	609,000	315,000	1.00002	685,000
465,000	0.99962	535,000	389,000	0.99975	611,000	313,000	1.00003	687,000
463,000	0.99962	537,000	387,000	0.99976	613,000	311,000	1.00004	689,000
461,000	0.99962	539,000	385,000	0.99976	615,000	309,000	1.00005	691,000
459,000	0.99962	541,000	383,000	0.99977	617,000	307,000	1.00006	693,000
457,000	0.99962	543,000	381,000	0.99978	619,000	305,000	1.00007	695,000
455,000	0.99963	545,000	379,000	0.99978	621,000	303,000	1.00008	697,000
453,000	0.99963	547,000	377,000	0.99979	623,000	301,000	1.00009	699,000
451,000	0.99963	549,000	375,000	0.99979	625,000	299,000	1.00010	701,000
449,000	0.99963	551,000	373,000	0.99980	627,000	297,000	1.00011	703,000
447,000	0.99963	553,000	371,000	0.99981	629,000	295,000	1.00012	705,000
445,000	0.99964	555,000	369,000	0.99981	631,000	293,000	1.00013	707,000
443,000	0.99964	557,000	367,000	0.99982	633,000	291,000	1.00014	709,000
441,000	0.99964	559,000	365,000	0.99983	635,000	289,000	1.00015	711,000
439,000	0.99965	561,000	363,000	0.99983	637,000	287,000	1.00016	713,000
437,000	0.99965	563,000	361,000	0.99984	639,000	285,000	1.00017	715,000
435,000	0.99965	565,000	359,000	0.99985	641,000	283,000	1.00018	717,000
433,000	0.99966	567,000	357,000	0.99985	643,000	281,000	1.00019	719,000
431,000	0.99966	569,000	355,000	0.99986	645,000	279,000	1.00020	721,000
429,000	0.99966	571,000	353,000	0.99987	647,000	277,000	1.00022	723,000
427,000	0.99967	573,000	351,000	0.99987	649,000	275,000	1.00023	725,000

บัญชีแสดงค่าตัวคูณมาตรฐาน (K)

แบบจำลองเบี่ยงเบนที่คำนวณด้วยการวัดระยะทางคนที่เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่ดิน

โดยวิธีการวัดระยะทางหนึ่งในระบบพิกัดฉาก U.T.M. พ.ศ. ๒๕๔๒

Easting (m.)	K	Easting (m.)	Easting (m.)	K	Easting (m.)	Easting (m.)	K	Easting (m.)
273,000	1.00024	727,000	197,000	1.00074	803,000	121,000	1.00138	879,000
271,000	1.00025	729,000	195,000	1.00075	805,000	119,000	1.00140	881,000
269,000	1.00026	731,000	193,000	1.00077	807,000	117,000	1.00142	883,000
267,000	1.00027	733,000	191,000	1.00078	809,000	115,000	1.00143	885,000
265,000	1.00028	735,000	189,000	1.00080	811,000	113,000	1.00145	887,000
263,000	1.00029	737,000	187,000	1.00081	813,000	111,000	1.00147	889,000
261,000	1.00031	739,000	185,000	1.00083	815,000	109,000	1.00149	891,000
259,000	1.00032	741,000	183,000	1.00084	817,000	107,000	1.00151	893,000
257,000	1.00033	743,000	181,000	1.00086	819,000	105,000	1.00153	895,000
255,000	1.00034	745,000	179,000	1.00088	821,000	103,000	1.00155	897,000
253,000	1.00035	747,000	177,000	1.00089	823,000	101,000	1.00157	899,000
251,000	1.00037	749,000	175,000	1.00091	825,000	99,000	1.00159	901,000
249,000	1.00038	751,000	173,000	1.00092	827,000	97,000	1.00161	903,000
247,000	1.00039	753,000	171,000	1.00094	829,000	95,000	1.00163	905,000
245,000	1.00040	755,000	169,000	1.00096	831,000	93,000	1.00165	907,000
243,000	1.00042	757,000	167,000	1.00097	833,000	91,000	1.00167	909,000
241,000	1.00043	759,000	165,000	1.00099	835,000	89,000	1.00169	911,000
239,000	1.00044	761,000	163,000	1.00101	837,000	87,000	1.00171	913,000
237,000	1.00046	763,000	161,000	1.00102	839,000	85,000	1.00173	915,000
235,000	1.00047	765,000	159,000	1.00104	841,000	83,000	1.00175	917,000
233,000	1.00048	767,000	157,000	1.00106	843,000	81,000	1.00177	919,000
231,000	1.00050	769,000	155,000	1.00107	845,000	79,000	1.00179	921,000
229,000	1.00051	771,000	153,000	1.00109	847,000	77,000	1.00181	923,000
227,000	1.00052	773,000	151,000	1.00111	849,000	75,000	1.00184	925,000
225,000	1.00054	775,000	149,000	1.00112	851,000	73,000	1.00186	927,000
223,000	1.00055	777,000	147,000	1.00114	853,000	71,000	1.00188	929,000
221,000	1.00056	779,000	145,000	1.00116	855,000	69,000	1.00190	931,000
219,000	1.00058	781,000	143,000	1.00118	857,000	67,000	1.00192	933,000
217,000	1.00059	783,000	141,000	1.00119	859,000	65,000	1.00194	935,000
215,000	1.00061	785,000	139,000	1.00121	861,000	63,000	1.00196	937,000
213,000	1.00062	787,000	137,000	1.00123	863,000	61,000	1.00199	939,000
211,000	1.00063	789,000	135,000	1.00125	865,000	59,000	1.00201	941,000
209,000	1.00065	791,000	133,000	1.00127	867,000	57,000	1.00203	943,000
207,000	1.00066	793,000	131,000	1.00129	869,000	55,000	1.00205	945,000
205,000	1.00068	795,000	129,000	1.00130	871,000	53,000	1.00207	947,000
203,000	1.00069	797,000	127,000	1.00132	873,000	51,000	1.00210	949,000
201,000	1.00071	799,000	125,000	1.00134	875,000	49,000	1.00212	951,000
199,000	1.00072	801,000	123,000	1.00136	877,000	47,000	1.00214	953,000

กรมที่ดิน สูตรการคำนวณค่าตัวคูณมาตราส่วน หรือ ค่า K

สูตรการคำนวณค่าตัวคูณมาตราส่วน (Scale Factor) หรือ ค่า K

สูตรการคำนวณค่าตัวคูณมาตราส่วน (Scale Factor) หรือ ค่า K ในการคำนวณโดยระบบพิกัดฉาก ยู ที เอ็ม ซึ่งใช้ เอดเวิร์สเฟสทอยด์ ๑๘๓๐ (Everest Spheroid) เป็นขนาดพื้นฐานอ้างอิงในการคำนวณงานรังวัดชั้นสูง (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 ๙๙°E และ ๑๐๕°E โซนที่ ๔๗ และ

๔๘ ตามลำดับ

E_0 = พิกัดตะวันออกที่กำหนดขึ้นเอง เป็นค่าคงที่ที่เมอริเดียนย่านกลาง หรือค่าพิกัดเทียมในแนว

ตะวันออก-ตะวันตก (False Easting) มีค่าเป็น ๕๐๐,๐๐๐ เมตร

N_0 = พิกัดเหนือที่กำหนดขึ้นเอง เป็นค่าคงที่ที่เมอริเดียนย่านกลาง หรือค่าพิกัดเทียมในแนว

เหนือ-ใต้ (False Northing) ทางซีกโลกเหนือ นับ ๐ เมตร ที่ เส้นศูนย์สูตร ซีกโลกใต้เท่ากับ ๑,๐๐๐,๐๐๐ เมตร

S_0 = ระยะตามเมอริเดียน จากเส้นศูนย์สูตร ไปยัง ϕ_0 คูณด้วยตัวคูณมาตราส่วน (K_0) ของเมอริเดียน

ย่านกลาง (Central Meridian)

ϕ_0 = latitude ของจุดศูนย์กำเนิด

K_0 = ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่เมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) มีค่าเท่ากับ ๐.๕๕๕๖

K = ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่จุดใดๆ หรือ Point scale Factor

E' = ผลต่างของพิกัดตะวันออกกับเมริเดียนย่านกลาง
 $= E - E_0$ หรือ $E_0 - E$

a = ระยะกึ่งแกนยาวของ Ellipsoid (Semi-Major Axis) มีค่าเท่ากับ

๖,๓๗๗,๒๗๖.๓๔๕ เมตร

b = ระยะกึ่งแกนสั้นของ Ellipsoid (Semi-Minor Axis)
 $= a(1-f)$

f = อัตราการยุบตัวของ Ellipsoid (Flattening) มีค่าเท่ากับ ๑ / ๓๐๐.๘๐๑๗

r = รัศมีเฉลี่ยของโลก เป็นรัศมีของโลกที่แลตติจูด ๑๓ องศา มีค่าเท่ากับ ๖,๓๕๘,

๒๑๑.๑๐๕ เมตร

e^2 = The First Eccentricity
 $= (a^2 - b^2) / a^2$

e'^2 = The Second Eccentricity
 $= (a^2 - b^2) / b^2$

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

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

$V_1 = 3n/2 - 27n^3/32 = 0.002457484466$

$V_3 = 21n^2/16 - 55n^4/32 = 0.000003638458$

$V_5 = 151n^3/96 = 0.000000006260$

$V_7 = 1097n^4/512 = 0.0000000000064655$

$V_0 = 2(V_1 - 2V_3 + 3V_5 - 4V_7) = 0.004580458368$

$V_2 = 8(V_3 - 4V_5 + 10V_7) = 0.000028866564$

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

$$V_6 = 128V_7 = 0.00000000021009$$

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

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

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

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

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

= ค่าตัวคูณมาตราส่วนที่จุดใดๆ หรือ Point scale Factor

ระเบียบสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ
พ.ศ. 2557

หน้า 2

“ค่าตัวคูณมาตราส่วน (Scale Factor ,K)” หมายถึง ตัวคูณสำหรับทอนระยะที่ระดับน้ำทะเล
ปานกลาง เป็นระยะบนแผนที่

หน้า 3

“ค่าความสูงเฉลี่ย (H)” หมายถึง ความสูงเฉลี่ยของเส้นโครงงานฯ ซึ่งอ่านได้จากเส้นชั้นความสูง
ในแผนที่ ภูมิประเทศ 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

หน้า 16

- 4) ค่ามุมราบและระยะ ให้ระบุเล่ม หน้าของสมุดสนามที่คัดลอกมา
- 5) ค่าตัวคูณมาตราส่วน ,K (Scale Factor) ใช้ค่าเฉลี่ยของหมุดออกและเข้าบรรจุ
- 6) ค่าความสูงเฉลี่ย (H) ใช้ค่าเฉลี่ยของหมุดออกและเข้าบรรจุ
- 7) การคำนวณค่าภาคของทิศของหมุดคู่ออกและเข้าบรรจุ ใช้ค่าคำนวณหาค่าภาค
ของทิศ (Direct) ทุกครั้ง

หน้า 24

ข้อ 96. การสำรวจรังวัดและจัดทำแผนที่แปลงที่ดิน ต้องดำเนินการตามหลักวิชาการแผนที่ที่มีความละเอียดถูกต้องตามมาตรฐานแผนที่ โดยเฉพาะเกี่ยวกับการรังวัดที่ดินซึ่งเป็นการทำแผนที่เฉพาะรายแปลง ต้องคำนึงถึงความถูกต้อง แม่นยำ สามารถเชื่อมโยงรูปแปลงที่ดินและฐานข้อมูลจัดที่ดิน ได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ซ้อนทับกัน และใช้เป็นหลักฐานอ้างอิง สืบค้น ตรวจสอบ พิสูจน์ เกี่ยวกับพิกัดตำแหน่งที่ตั้งที่ดิน รูปร่างแปลงที่ดิน และเนื้อที่แปลงที่ดินในการสนับสนุนงานปฏิรูปที่ดินของสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม โดยวิธีการสำรวจรังวัดต้องเป็นระบบพิกัดฉาก UTM และสามารถนำไปเชื่อมโยงข้อมูลที่ดินกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

หน้า 28

5) การเฉลี่ยค่าปรับแก้

5.1) ค่าปรับแก้ทางมุม ใช้วิธี เฉลี่ยเท่ากันทุกมุม

5.2) ค่าปรับแก้ระยะฉาก (ตั้ง – ราบ) เฉลี่ยตามน้ำหนักของระยะ

6) ค่าตัวคูณมาตราส่วน ,K (Scale Factor) ใช้ค่าเฉลี่ยของหมุดออกและเข้าบรรจบ

คู่มือ

การใช้โปรแกรม ALRO Survey

หน้า 22

รหัสโครงการ	25 401	1	ค่าพิกัดเนติของโลก(R)	6358211.1050	11
ชื่อโครงการ	ป่าบ้านดง (A)	2	ค่าระดับเฉลี่ยของพื้นที่(H)	0.00	12
ประเภทงาน	แผนที่เกษตรกรรม	3	ค่าตัวคูณมาตราส่วน(K)	1.00	13
จังหวัด	ปทุมธานี	4 *	ค่าแก้ไข(M)	1	14
ตำบล	กบินทร์บุรี	5 *	ผู้สำรวจ	นายสมชาย ใจดี	15
ตำบล	โคกเคียน	6 *	ผู้ตรวจ	นายสมชาย ใจดี	16
รายการจำนวน	☐ สูง/ต่ำ ☒ UTM	7	วันที่	นายสมชาย ใจดี	17
โพย	☒ 47 ☐ 48	8			

หน้า 23

- เลือกข้อมูล วันที่สิ้นสุดโครงการ [8/7/2014] (หมายเลข 10)
- ค่าพิกัดของโลก (R) [6358211.105] (หมายเลข 11) *** Default
- ค่าระดับเฉลี่ยของพื้นที่ (H) [0] (หมายเลข 12) *** Default
- ค่าตัวคูณมาตราส่วน (K) [1.00] (หมายเลข 13) *** Default
- ค่าแก้ไขระยะ (M) [1] (หมายเลข 14) *** Default

6. เอกสารอ้างอิง

- 6.1 หนังสือรวมระเบียบ คำสั่ง หนังสือเวียน การออกเอกสารสิทธิ เล่ม 5 พ.ศ.2531 – 2543 โดยสมาคมช่างสำรวจ
- 6.2 เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมการสำรวจรังวัดดาวเทียม GPS ระหว่างวันที่ 20 – 23 พฤษภาคม 2556 ศ.ดร.เฉลิมชนม์ สติระพจน์ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 6.3 เอกสารระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลปริภูมิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 6.4 มีชัย ไชยสระแก้ว 2522 งานรังวัดบนพื้นระนาบ แผนที่อาณาเขต กรุงเทพมหานคร
- 6.5 ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ และคณะ 2525 งานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ กรุงเทพมหานคร
- 6.6 ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย 2534 การสำรวจขั้นสูง วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
- 6.7 สวัสดิชัย เกรียงไกรเพชร 2529 การใช้ระบบพิกัด ยูทีเอ็ม ในงานรังวัด จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 6.8 สมศักดิ์ สันประเสริฐ 2540 เรียนรู้ระบบพิกัด ยูทีเอ็ม งานวิชาการวางโครงการแผนที่ กรมที่ดิน
- 6.9 เอกสารคู่มือการปฏิบัติงานสำรวจทาง สำนักสำรวจและออกแบบ กรม ทางหลวง
- 6.10 อธิติ ตรีสิริสัตยวงศ์ เอกสารประกอบการสอนวิชา 2108-341 ระบบพิกัด UTM และ UPS
- 6.11 เอกสารประกอบการสอน Chris-Hutch เรื่อง Height-Scale-Factor-Presentation
- 6.12 เอกสารมาตรฐานการสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอส
- 6.13 ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2550
- 6.14 ระเบียบสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. 2557
- 6.15 ข้อมูลคำอธิบายคำต่างๆ จากเว็บไซต์ของประเทศไทย และต่างประเทศ

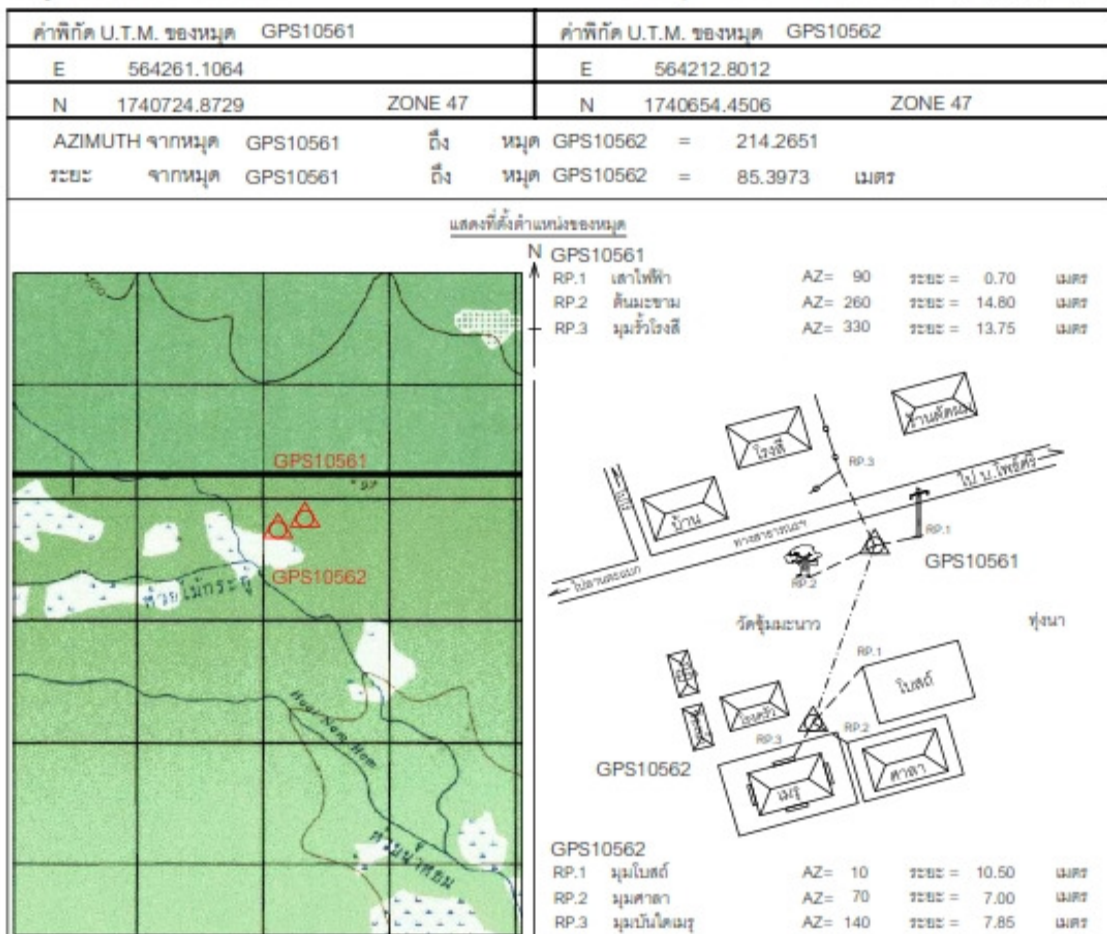
ภาคผนวก

7.1 แบบฟอร์ม ส.ป.ก. / สผ.12

ส.ป.ก./สผ.๑๒ แผ่นที่ ๖

รายละเอียดหมุดหลักฐานแผนที่ดาว ส.ป.ก.

ชื่อหมุด GPS10561 ประเภทหมุด ☐ หลักเขตโครงการ ☒ หมุดดาวเทียม
 ชื่อหมุด GPS10562 ☒ หมุดหลักฐานแผนที่แบบ ข. ☐ หมุดหลักฐานแผนที่แบบ ง.
 โครงการ ป่าแม่วงศ์และป่าแม่ปิ่น (A,E)
 บ้าน ชุมมะนาว หมู่ที่ 8 ตำบล แม่วงศ์ อำเภอ แม่วงศ์
 จังหวัด นครสวรรค์ ระวังแผนที่หมายเลข 4940III6440
 ตัวคูณมาตราส่วน = 0.99965104 ลำดับชุด L7017 หมายเลขแผนที่ 4940 III



ภาพเส้นทางเชื่อมหมุด

การเดินทาง จากอำเภอดมชานไปทางอำเภอแม่วงศ์ไปประมาณ ๘กม. ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3504 จะพบสี่แยกบ้านปางงูให้เลี้ยวขวาไปประมาณ ๘กม. ถึงบ้านปางสวรรค์จะพบสามแยกซ้ายซ้ายไปประมาณ 5.5กม. เลี้ยวขวามาจะพบสามแยกซ้ายซ้ายไปอีกประมาณ 3.๘กม. จะพบวัดชุมมะนาว หมุดGPS10561 จะอยู่ข้างเสาไฟฟ้าหน้าวัดชุมมะนาว และหมุดGPS10562 จะอยู่หน้าบ้านวัดชุมมะนาว ดังรูป

การสอบถาม เจ้าอาวาสวัดชุมมะนาว หมู่ 8 บ้านชุมมะนาว ต.แม่วงศ์ จ.นครสวรรค์

ผู้ร่างหมุด วันที่ 15/03/58 ผู้ตรวจ วันที่ 15/03/58
 (นายพรพจน์ ดีเนิน) (นายสนธิ์ โกศล)
 นายช่างสำรวจ นายช่างสำรวจชำนาญงาน

7.2 แบบฟอร์ม ส.ป.ก. / สผ.35

ID	GPS_NAME	GPS_NS_IND7	GPS_EW_IND7	GPS_NS_IND8	GPS_EW_IND8	GPS_LAT_IND	GPS_LONG_IND	GPS_EL_IND	GPS_OT_IND	GPS_NS_WGS72
GPS_วนโคก	GPS10291	1839746.4573	660624.1266							
GPS_วนโคก	GPS10292	1839683.1988	660733.7155							
GPS_วนโคก	GPS10293	1870461.3548	677242.8265							
GPS_วนโคก	GPS10294	1870469.0844	677098.2507							
GPS_วนโคก	GPS10295	1875168.8053	676112.8640							
GPS_วนโคก	GPS10296	1874985.0427	676080.5417							
GPS_วนโคก	GPS10297	1892713.0707	649878.0260							
GPS_วนโคก	GPS10298	1892717.2986	650069.1617							
GPS_วนโคก	GPS10299	1893401.0808	641228.5378							
GPS_วนโคก	GPS10300	1893373.4245	641423.4178							
GPS_วนโคก	GPS10305	1920981.0208	645036.5112							
GPS_วนโคก	GPS10306	1921362.4041	644846.1289							
GPS_วนโคก	GPS10301	1903501.4942	634127.6885							
GPS_วนโคก	GPS10302	1903741.1991	634038.7106							
GPS_วนโคก	GPS10303	1903392.6627	630539.1629							
GPS_วนโคก	GPS10304	1903449.8072	630307.1463							
GPS_วนโคก	GPS10307	1897049.8546	683127.3254							
GPS_วนโคก	GPS10308	1897121.0824	682986.5308							
GPS_วนโคก	GPS10309	1905472.3381	675997.3483							
GPS_วนโคก	GPS10310	1905400.8075	676024.2663							

[illegible]

ส.ป.ก. / สผ.35

CHW_NAM_T	PRO_NAM_T	VILL_NAM_T	MU	TAM_NAM_T	AMP_NAM_T	CHIEF	NET_WORK	K	CADASTRAL_MAP
พินิจ โลก	ที่ตำบลบึงน้ำหลวง 7 แปลง 1 (โครงการหมู่บ้านสวน)	บ้านเนินประดู่		ท่าหมื่นราม	วังทอง	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651301_52	0.9999183306	5142III6038
พินิจ โลก	ที่ตำบลบึงน้ำหลวง 7 แปลง 1 (โครงการหมู่บ้านสวน)	บ้านเนินประดู่		ท่าหมื่นราม	วังทอง	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651301_52	0.9999186870	5142III6038
พินิจ โลก	ป่าเขากระยาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	หัวขลุ่ย	3	แก่งไสภา	วังทอง	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651302_52	0.9999184106	5142IV7670
พินิจ โลก	ป่าเขากระยาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	หัวขลุ่ย	3	แก่งไสภา	วังทอง	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651302_52	0.9999180687	5142IV7670
พินิจ โลก	ป่าเขากระยาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	เขาน้อย	4	แก่งไสภา	วังทอง	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651302_52	0.9999476972	5142IV7674
พินิจ โลก	ป่าเขากระยาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	เขาน้อย	4	แก่งไสภา	วังทอง	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651302_52	0.9999476872	5142IV7674
พินิจ โลก	ที่ตำบลบึงน้ำหลวง 5 (โครงการหมู่บ้านสวน)	นาขาม	1	บ้านยาง	วัดโบสถ์	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651303_52	0.9999517358	5043II4892
พินิจ โลก	ที่ตำบลบึงน้ำหลวง 5 (โครงการหมู่บ้านสวน)	นาขาม	1	บ้านยาง	วัดโบสถ์	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651303_52	0.9999513790	5043II4892
พินิจ โลก	ที่ตำบลบึงน้ำหลวง 5 (โครงการหมู่บ้านสวน)	หนองเหิน	9	หินลาด	วัดโบสถ์	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651303_52	0.9999508134	5043II4092
พินิจ โลก	ที่ตำบลบึงน้ำหลวง 5 (โครงการหมู่บ้านสวน)	หนองเหิน	9	หินลาด	วัดโบสถ์	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651303_52	0.9999509085	5043II4092
พินิจ โลก	ป่าโป่งเต E (โครงการหมู่บ้านสวน)	ป่าหมื่น		คันช้าง	วัดโบสถ์	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651304_52	1.0000376377	5043II4420
พินิจ โลก	ป่าโป่งเต E (โครงการหมู่บ้านสวน)	ป่าหมื่น		คันช้าง	วัดโบสถ์	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651304_52	1.0000380160	5043II4420
พินิจ โลก	ป่านาอินนาขาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	เนินควง	4	คงประคำ	พรหมพิราม	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651305_52	0.9999920051	5043III3402
พินิจ โลก	ป่านาอินนาขาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	เนินควง	4	คงประคำ	พรหมพิราม	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651305_52	0.9999925207	5043III3402
พินิจ โลก	ป่านาอินนาขาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	เนินควง	7	คงประคำ	พรหมพิราม	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651305_52	0.9999970409	5043III3002
พินิจ โลก	ป่านาอินนาขาง E (โครงการหมู่บ้านสวน)	เนินควง	7	คงประคำ	พรหมพิราม	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651305_52	0.9999968047	5043III3002
พินิจ โลก	ป่าดงและป่าเขาดีดระการ E (โครงการหมู่บ้านสวน)	หัวทราย	7	บ้านพร้าว	นครไทย	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651306_52	1.0001612220	5143III8296
พินิจ โลก	ป่าดงและป่าเขาดีดระการ E (โครงการหมู่บ้านสวน)	หัวทราย	7	บ้านพร้าว	นครไทย	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651306_52	1.0001610443	5143III8296
พินิจ โลก	ป่าดงและป่าเขาดีดระการ E (โครงการหมู่บ้านสวน)	บ้านสองสึง	2	ท่าสะแก	ชาติตระการ	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651306_52	1.0001584342	5143III7404
พินิจ โลก	ป่าดงและป่าเขาดีดระการ E (โครงการหมู่บ้านสวน)	บ้านสองสึง	2	ท่าสะแก	ชาติตระการ	นายอนุรักษ์ ปานชื่น	58651306_52	1.0001581438	5143III7604

8. เอกสารบันทึก การจัดเก็บผลงานสำรวจวางโครงหมุดหลักฐานแผนที่

สถานที่จัดเก็บ งานจัดทำสารบบสืบค้นข้อมูลแผนที่ กลุ่มแผนที่ สำนักจัดการแผนที่และสารบบที่ดิน

เอกสารที่จัดเก็บ

8.1 แบบรายงานรายละเอียดหมุดหลักฐานแผนที่ถาวรส.ป.ก. (แบบ ส.ป.ก. สผ.12) รูปแบบไฟล์ pdf

8.2 แบบรายงาน พจนานุกรมข้อมูลของ Ground Control Mark Subpackage (แบบ ส.ป.ก./สผ.35) รูปแบบไฟล์ Excel

8.3 จัดทำตำแหน่งหมุดหลักฐานแผนที่เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS รูปแบบไฟล์ Shape และ Dwg

8.4 การจัดเก็บ โครงสร้างไฟล์เดอร์ ภาค -> จังหวัด - Co-ordinate (สผ.35)

- Description (สผ.12)

- Map (Shape , Dwg)

และบันทึกข้อมูลเชิงเลขลงใน Hard Disk และ บนแผ่นบันทึก DVD