



# คู่มือการปฏิบัติงาน

## กระบวนการสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่าย

สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา

กรมพลศึกษา

## สารบัญ

## หน้า

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1.วัตถุประสงค์           | 1  |
| 2.ขอบเขต                 | 1  |
| 3. คำจำกัดความ           | 2  |
| 4. หน้าที่ความรับผิดชอบ  | 2  |
| 5. Work flow             | 4  |
| 6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน  | 6  |
| 7.มาตรฐานงาน             | 27 |
| 8.ระบบติดตามและประเมินผล | 31 |

## คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการทำแผนที่จากภาพถ่าย

### 1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำแผนที่แสดงรายละเอียดและเส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศโดยกรรมวิธีการสำรวจ จากภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพจากดาวเทียม สำหรับใช้ในการพิจารณาวางแผนโครงการ พิจารณาความเหมาะสม ออกแบบเบื้องต้น โครงการชลประทาน และกิจการอื่น ๆ

1.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำแผนที่ภาพถ่าย (Photo Map) สำหรับใช้ในการสำรวจจุดระดับภูมิประเทศ (Spot Height Survey) งานสำรวจแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน ใช้เป็นหลักฐานประกอบในการตรวจสอบทรัพย์สินและพิจารณาจ่ายเงินค่าชดเชยให้แก่ราษฎร และกิจการอื่นๆ มีสองชนิด ได้แก่ แผนที่ภาพถ่ายที่แก้ไข (Rectified Photo Map) ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบหรือค่อนข้างราบ และแผนที่ภาพออร์โธ (Orthophoto Map) ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกเนินและภูเขา

1.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแผนที่เก่าให้มีรายละเอียดภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นปัจจุบัน สามารถนำมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และประหยัดงบประมาณในการสำรวจทำแผนที่ใหม่

### 2. ขอบเขต ครอบคลุม กระบวนการทำแผนที่จากภาพถ่าย ดังนี้

- 2.1 เตรียมงานเบื้องต้น จัดหาข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพดาวเทียมรวมถึงการกำหนดจุดบังคับภาพถ่าย
- 2.2 ดำเนินงานสำรวจภาคสนาม
- 2.3 วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ / ภาพดาวเทียม
- 2.4 ผลิตแผนที่ลายเส้นและแผนที่ภาพถ่าย
  - 2.4.1 นำเข้าข้อมูล เช่น ข้อมูลชื่อโครงการ ระบบโปรเจกชันแผนที่ ชื่อภาพถ่าย ชื่อโมเดล ข้อมูลสอบเทียบกล้องภาพถ่าย จุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน เป็นต้น
  - 2.4.2 ขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Aerial Triangulation)
  - 2.4.3 ประมวลผลแบบจำลองภูมิประเทศ (Stereo Resampling)
  - 2.4.4 สร้างแบบจำลองระดับและเส้นชั้นความสูงเพื่อใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางคิ่งของภาพออร์โธ
  - 2.4.5 ประมวลผลสร้างภาพออร์โธ (Ortho Resampling)
  - 2.4.6 เขียนรายละเอียดภูมิประเทศเพื่อจัดทำแผนที่ลายเส้น
  - 2.4.7 ประกอบระวางแผนที่ตามแบบมาตรฐานที่สำนักสำรวจกำหนดเป็นแผนที่ภาพออร์โธและหรือแผนที่ลายเส้น
- 2.5 พิมพ์แผนที่ลายเส้นหรือแผนที่ภาพถ่ายลงบนกระดาษตามมาตราส่วนที่ต้องการ และบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์

### 3. คำจำกัดความ

Photogrammetry หมายถึง ศาสตร์และศิลป์ของกระบวนการสร้างแผนที่จากการรับรู้แปล ตีความ และการวัดข้อมูลจากการตรวจวัดภาพถ่าย

Remote Sensing หมายถึง การสำรวจและการได้มาซึ่งข้อมูล และปรากฏการณ์ต่างๆ โดยการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ เช่น ดาวเทียม บันทึกข้อมูลเหล่านั้น ในระยะไกลโดยปราศจากการสัมผัสข้อมูลโดยตรง

#### 4. หน้าที่ความรับผิดชอบ

ส่วนสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่ายมีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผน ควบคุม และดำเนินการสำรวจทำแผนที่จากข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม เป็นแผนที่เชิงเลข โดยจัดทำเป็นแผนที่ลายเส้น แผนที่ภาพถ่าย แผนที่ภาพจากดาวเทียม และแบบจำลองภูมิประเทศสามมิติ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ และหลักวิชาการทำแผนที่จากภาพถ่าย (Photogrammetry) เพื่อใช้ในการชลประทาน ประกอบการตรวจสอบทรัพย์สิน และจ่ายเงินค่าชดเชยให้แก่ราษฎร ทั้ง 17 สำนักงานชลประทาน จัดซื้อ จัดหา ให้บริการ และสนับสนุน ข้อมูลภาพถ่าย ข้อมูลแผนที่จากภาพถ่าย ข้อมูลภาพจากดาวเทียม แผนที่ลายเส้น แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การใช้ ข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลภาพจากดาวเทียมมาปรับปรุงแก้ไขแผนที่ลายเส้น การศึกษาวิเคราะห์วิจัยและประมวลผลข้อมูลภาพถ่าย ข้อมูลภาพจากดาวเทียม การประยุกต์ใช้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองภูมิประเทศ 3 มิติ โดยใช้วิทยาการและเทคโนโลยี เพื่อพัฒนางานด้านแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่ภาพจากดาวเทียม ตลอดจนภารกิจอื่นที่ได้รับมอบหมาย

ส่วนสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่าย แบ่งส่วนราชการเป็น 4 ฝ่าย ดังนี้

ฝ่ายวิศวกรรมบริหาร มีหน้าที่รับผิดชอบ งานด้านการจัดเก็บและให้บริการข้อมูลจัดทำรายละเอียดค่าสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่าย ประสานงานกับกรมแผนที่ทหารในการวางแผนบินถ่ายภาพทางอากาศ จัดหาวัสดุครุภัณฑ์ ข้อมูลภาพถ่าย ข้อมูลแผนที่ภาพถ่าย วิเคราะห์ ตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลแผนที่ภาพถ่าย รวมทั้งการบริการและสนับสนุนข้อมูลแก่หน่วยงานอื่น

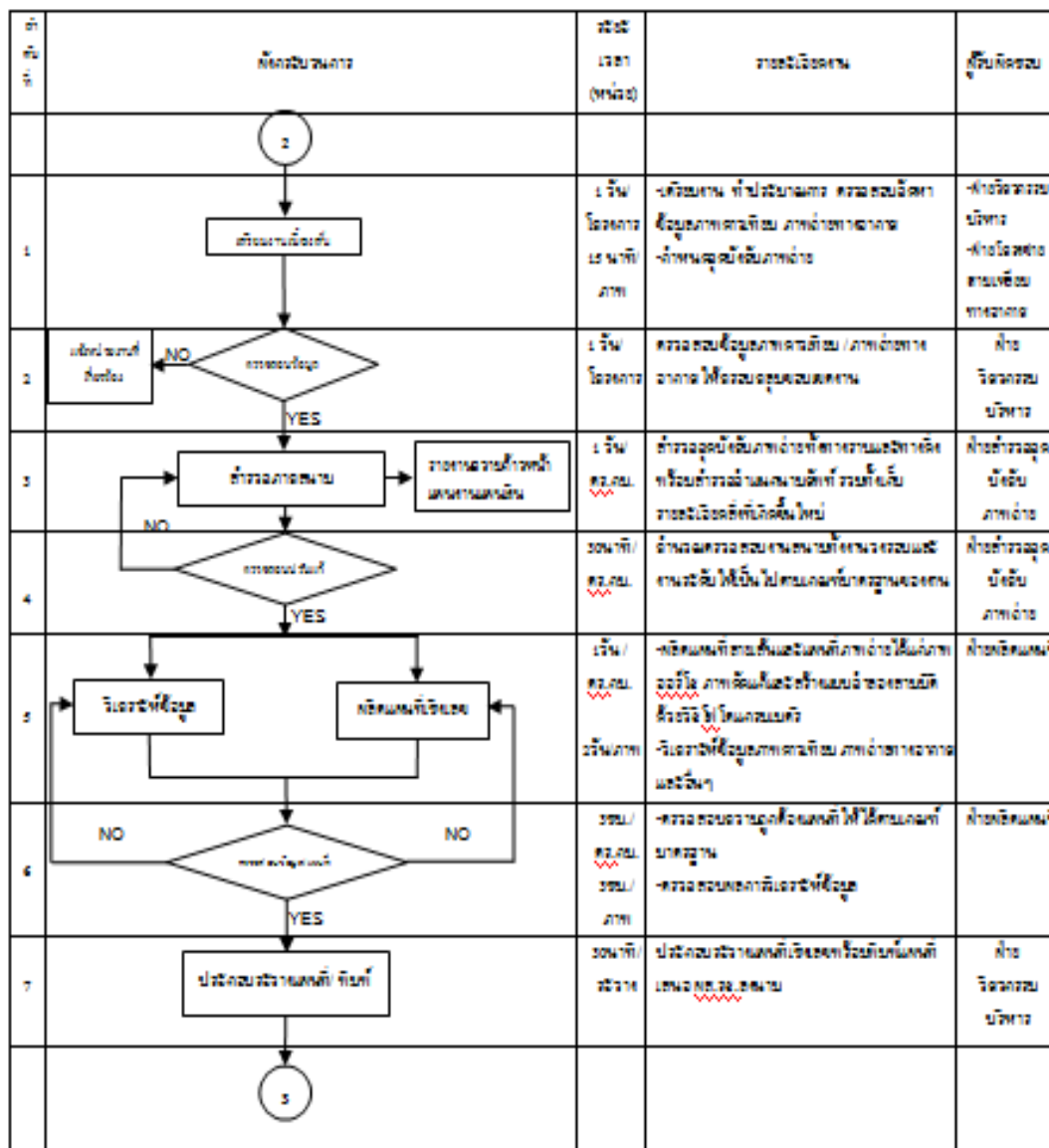
ฝ่ายโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผน ควบคุมและดำเนินการ งานจัดทำโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ จากภาพถ่ายทางอากาศ แบบเชิงเลข และภาพจากดาวเทียมแบบเชิงเลข ด้วยการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในภาคสนาม และในสำนักงาน การรังวัดพิกัดด้วยเครื่องเขียนแผนที่แบบ ดิจิทัล ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานงาน การกำหนดตำแหน่ง และรังวัดค่าพิกัดจากแผนที่เชิงเลขประเภทต่างๆเพื่อการปรับแก้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเชิงเลขและภารกิจอื่นที่ได้รับมอบหมาย

ฝ่ายสำรวจจุดบังคับภาพถ่าย มีหน้าที่รับผิดชอบ ในการวางแผน ควบคุม และดำเนินการสำรวจ โดยกำหนดวิธีการและเทคนิคในการสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายทางราบและทางตั้ง เพื่อใช้ในการรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่ายเพื่อจัดทำแผนที่ภาพถ่าย การสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศด้วยวิธีสำรวจระบบเชิงเลข การสำรวจจำแนกรายละเอียดในภูมิประเทศและนามศัพท์รวมทั้งการสำรวจรายละเอียดที่เกิดขึ้นใหม่ ที่ไม่ปรากฏในภาพถ่ายด้วยเครื่องมือสำรวจ พร้อมประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภายในภายนอก

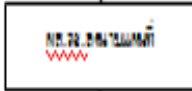
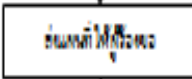
ฝ่ายผลิตแผนที่ มีหน้าที่รับผิดชอบ ในการวางแผน ควบคุมและดำเนินการจัดทำแผนที่ลายเส้น แผนที่ภาพถ่าย และแผนที่ภาพจากดาวเทียม โดยใช้กรรมวิธีทางโฟโตแกรมเมตรี ด้วยเครื่องเขียนแผนที่ แบบดิจิทัล การปรับปรุงแก้ไขแผนที่โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลภาพจากดาวเทียม การอ่านแปล และตีความจากภาพถ่าย การศึกษาวิเคราะห์ วิจัย การสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ 3 มิติ และการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พัฒนาข้อมูลเพิ่มค่า สำหรับใช้ในการกิจการของกรมชลประทานและภารกิจอื่นที่ได้รับมอบหมาย

## 5. Work flow ส่วนสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่าย

Work flow ส่วนสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่าย



ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

| ลำดับ<br>ตอนที่ | กิจกรรมการ                                                                         | วันที่<br>เวลา<br>(หน่วย) | รายละเอียดงาน                                        | ผู้รับผิดชอบ |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|--------------|
|                 | 3                                                                                  |                           |                                                      |              |
| 8               |   | วัน                       | ก.ร.ร. สยามเมทรี<br>เมื่อออกปฏิบัติงานแล้วส่งข้อมูล  |              |
| 9               |   | วัน                       | จัดเก็บแผนที่ข้อมูลเบื้องต้น<br>ให้วิศวกรสำรวจแผนที่ |              |
| 10              |   | วัน                       | ส่งแผนที่ ให้วิศวกร                                  |              |
| 11              |  |                           |                                                      |              |

## 6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

### การสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

6.1 การสำรวจทำแผนที่ลายเส้น (Line Map) มาตรฐาน 1:4,000 และ 1:10,000 เส้นชั้นความสูง ชั้นละ 0.50 ม. 1 ม. และ 2 ม.

#### ลักษณะของงาน

6.1.1 การสำรวจทำแผนที่ลายเส้นเชิงเลข (Digital Topographic Line Map) เส้นชั้นความสูง ชั้นละ 0.50 ม. 1 ม. และ 2 ม. โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

#### การเตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตรฐาน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาภาพถ่ายทางอากาศ ให้มีมาตรฐานภาพถ่ายสัมพันธ์กับมาตรฐาน และเส้นชั้นความสูงของแผนที่ ที่ต้องการจัดทำ หรือข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขความละเอียดจุดภาพ 30 ไมครอน หรือดีกว่า ให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการ
- จัดทำแผนที่ดัชนีภาพถ่าย (Photo Index) ดัชนีภาพถ่ายมีประโยชน์ในการทำแผนที่ภาพถ่ายในทุกขั้นตอน เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ช่วยให้ทราบว่าจะต้องถ่ายภาพต่างๆหรือรายละเอียดที่สำคัญอยู่ในภาพใดและแนวบินใด วิธีคือ ลงตำแหน่งจุดศูนย์กลางภาพ(principal point)ของภาพถ่ายลงในแผนที่ 1: 50,000 ในบริเวณเดียวกัน โดยเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆในภาพ และแผนที่ทุกภาพที่ละแนวบินทั้งโครงการ คัดลอกค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงบนแผนที่ มาตรฐาน 1:50,000 ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมแนบหมายเหตุหมุดหลักฐาน (Description) ที่ฝ่ายสำรวจวางหมุดหลักฐานดำเนินการไว้แล้ว
- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางตั้งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย

## การดำเนินงานในสนาม

### การสำรวจจุดบังคับภาพถ่าย (Photo Control)

- ตรวจสอบหมุดหลักฐานเดิม เป็นการหาหมุดหลักฐานถาวรที่จะใช้ในการออกงานโดยเป็นหมุดหลักฐานเก่าหรือหมุดหลักฐานที่ทำการหล่อขึ้นใหม่ที่ครอบคลุมในพื้นที่สำรวจ

- กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายทางราบและทางตั้งในภูมิประเทศ ให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้บนภาพถ่าย แล้วป้อนด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อและเครื่องหมายกำกับด้านหน้าภาพ เขียนแผนที่สังเขปโดยรอบจุดให้ชัดเจนด้านหลังภาพ ตอกหมุดไม้ ณ ตำแหน่งจุดที่ป้อนในภูมิประเทศและทำหมายเหตุให้สังเกตเห็นได้ง่าย

- สำรวจหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย ทางราบ(Horizontal Control Point) โดยวิธีการวางรอบชั้นที่ 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน งานวางรอบ เป็นการอ่านมุมและระยะเพื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย (H) โดยมีความละเอียดถูกต้องตามเกณฑ์ตอนเข้าบรรจบเป็นงานวางรอบชั้น 3 (Closure) 1: 5,000

- สำรวจหาค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่าย (Vertical Control Point) โดยวิธีการทำระดับชั้น 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน งานระดับ (Levelling) เป็นการทำการระดับเพื่อหาความสูงต่ำของจุดบังคับทางตั้ง (V)และความสูงต่ำของจุดบังคับทางราบ (H) โดยทำการโยก ค่าระดับ ออกจากหมุดหลักฐานที่ทราบค่าระดับไปยังบริเวณที่ถูกกำหนดไว้บนภาพถ่ายทางอากาศ แล้วทำการป้อนด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อพร้อมตัวเลขและเขียนแผนที่โดยสังเขปรอบจุดไว้ข้างหลังภาพถ่ายที่ถูกนำไปใช้งานให้ชัดเจน การทำการระดับเพื่อหาความสูงต่ำบนพื้นภูมิประเทศของจุดบังคับภาพถ่ายทางตั้งเป็นการทำระดับโดยยึดเกณฑ์งานระดับชั้น 3 (คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 12$  มม./ กม.

### การจำแนกรายละเอียดและนามศัพท์

- เพื่อจำแนกประเภทรายละเอียดและรายละเอียดเฉพาะของลักษณะภูมิประเทศและสิ่งก่อสร้างต่างๆที่ปรากฏหรือไม่ปรากฏในภาพถ่าย แต่มีความจำเป็นที่จะต้องแสดงไว้ในแผนที่ภูมิประเทศ เช่น หมู่บ้าน ถนน ทางรถไฟ ลำน้ำ ไร่ นา สวน ฯลฯ ตลอดจนอาคารที่สำคัญของทางราชการ รายละเอียดในภูมิประเทศอาจเปลี่ยนแปลงไป จึงจำเป็นที่จะต้องไปหาข้อมูลจริงมาใช้ประกอบในการลงรายละเอียดในแผนที่

- เลือกภาพถ่ายที่เป็นภาพหมายเลขี่ เพื่อใช้ในการสำรวจ กันเขตภาพถ่ายด้านข้าง (Overlap) และด้านบนและล่าง (Sidelay) จากรายละเอียดของภาพถ่ายที่เป็นรายละเอียดที่เดียวกันของแต่ละแนวนั้นทั้งด้านบนและด้านล่าง พร้อมทั้งลงหมายเลขภาพด้านบนและด้านล่างไว้ด้วย

- ตัดกระดาษแก้วฝ้า ( Overlay ) ให้มีขนาดเท่าภาพถ่ายทางลงบนภาพถ่ายแล้วใช้กระดาษกาวยึดระหว่างกระดาษแก้วฝ้ากับภาพถ่ายทางด้านซ้ายมือเพียงด้านเดียว ให้สามารถเปิดดูรายละเอียดของภาพถ่ายได้

- คัดลอกเส้นแนวขอบที่ได้กันเขต Overlap และ Side lap บนกระดาษแก้วฝ้าด้วยหมึกสีดำ พร้อมกับเขียนชื่อโครงการ หมายเลขแนวนั้น หมายเลขภาพถ่าย ทิศทางของภาพถ่าย ชื่อผู้สำรวจ วัน เดือน ปี ที่ทำการสำรวจ

- ใช้แผนที่ 1 : 50,000 เป็นเครื่องชี้้นำในการเข้าไปในภูมิประเทศที่ตรงกับภาพถ่ายบริเวณที่จะจำแนกประเภทรายละเอียดและนามศัพท์ หรือเลือกตั้งต้นจากชุมชนใหญ่ เช่น จังหวัด อำเภอ หรือตลาด ฯลฯ สอบถามข้อมูล

- สำรวจเพิ่มเติมสำหรับรายละเอียดภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลง และเกิดขึ้นใหม่ หรือมีการก่อสร้างหลังจากการบินถ่ายภาพ การเก็บรายละเอียดนี้สามารถทำได้ด้วยวิธีการสำรวจ ที่มีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง ไม่เกิน 1 มม. ตามมาตราส่วนภาพถ่าย

- การใช้รหัส และสีของรายละเอียด

### เครื่องมือและอุปกรณ์

- กล้อง Total Station พร้อมชุดวางรอบ 1 ชุด
- กล้องระดับระบบอัตโนมัติ 1-2 เครื่อง
- ไม้เล็งระดับ (Staff) 2-4 อัน
- ภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:50,000 2-3 ชุด
- รถยนต์ปิคอัพ 1-2 คัน

### การทำแผนที่ลายเส้นเชิงเลข

- นำ CD ที่บรรจุข้อมูลภาพเชิงเลขของโครงการใส่ CD ROM ทำการ copy ไฟล์ โดยนำข้อมูลเข้าทีละแนวนั้น จน

## ครบทั้ง โครงการ

- เข้าสู่โปรแกรมการทำแผนที่ (ISPM (Image Station Photogrammetric Manager) ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อของกระบวนการที่สำคัญดังนี้คือ

- 1.การจัดการข้อมูลโครงการ (Project Maintenance)
- 2.การรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Triangulation)
- 3.การสร้างรูปจำลองสามมิติ (Stereo Resampling)
- 4.การกำหนดสร้างข้อมูลแผนที่สำหรับภาพตัดแก้ (Data collection )
- 5.การสร้างภาพถ่ายตัดแก้ (Ortho Resampling)

- การจัดการข้อมูลโครงการ (Project Maintenance)คือการกรอกข้อมูลรายละเอียดที่ควรทราบของภาพถ่ายที่ใช้ทำงาน นำเข้าข้อมูล เช่น ข้อมูลชื่อโครงการ ระบบโปรเจกชันแผนที่ ชื่อภาพถ่าย ชื่อโมเดล ข้อมูลสอบเทียบกล้องถ่ายภาพ จุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน

- การรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Triangulation) กำหนดรังวัดจุดเพื่อทำการขยายจุดบังคับภาพถ่าย ตามขั้นตอนการขยายจุดบังคับภาพถ่าย ดังนี้

- 1.Interior Orientation (IO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดดัชนี(Fiducial marks) ลงบนภาพถ่ายแต่ละภาพให้ตรงกับตำแหน่งจุดดัชนี ของ Camera Parameters ซึ่งในหนึ่งภาพจะปรากฏตำแหน่งจุดดัชนีทั้งหมด 8 ตำแหน่ง คือ ขอบมุม 4 จุด และขอบกลาง 4 จุด ปกติให้ใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งให้ทำทุกจุดและทุกภาพทั้งโครงการ และต้องได้ค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน

- 2.Relative Orientation (RO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายในตำแหน่งมาตรฐานภาพถ่าย 6 จุด ลงบนภาพถ่ายคู่สามมิติ(Stereo pair) ทุกๆโมเดล โดยการมองภาพแบบสามมิติ วางจุดลอยที่ภาพ ให้จุดลอยและพื้น ณ ตำแหน่งชี้ชัด เช่น ทางแยกถนน ทางแยกถนนตัดกัน มุมอาคาร ผลจากการรังวัดต้องได้ค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน

- 3.Absolute Orientation (AO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน ซึ่งในหนึ่ง 1โมเดล มีจุด ground control อยู่อย่างน้อย 3 จุด รวมทั้งจุดควบคุมทางราบและทางดิ่ง โดยการถ่ายจุดลงตำแหน่งที่ทางภาคสนามกำหนดตำแหน่งลงในภาพ ในการวางควรขยายภาพทั้ง 2 ด้านให้ชัดเจนเพื่อดู 3 มิติได้ถูกต้อง และค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน

4. การคำนวณขยายจุดบังคับภาพถ่ายตามวิธี Bundle Block Adjustment ซึ่งโปรแกรมจะนำเอาผลการรังวัด IO, RO, และ AO มารวมกันและคำนวณแปลงค่าพิกัดให้เป็นระบบเดียวกันโดยโปรแกรมสามารถคำนวณรวมทุกโมเดล ค่า Sigma naught (Standard deviation of unit weight) หลังการปรับแก้ของค่าพิกัดทางราบต้องไม่มากกว่า 10 ไมครอน และค่าพิกัดทางดิ่งต้องไม่มากกว่า 20 ไมครอนที่มาตราส่วนภาพถ่ายและบันทึกข้อมูลไว้ จากนั้นทำการ Densification หรือการแสดงพิกัดของจุดผ่านและจุดโยงยึดที่ขยายเพิ่ม ซึ่งจะทำให้จุดเหล่านี้มีค่าพิกัดทั้ง x,y,z เมื่อจบขั้นตอนนี้แล้วจะได้โมเดลจำลองที่มีพิกัดถูกต้องทั้ง x,y,z จึงสามารถสร้างรายละเอียดแผนที่ได้ในขั้นตอนต่อไป

- การสร้างภาพจำลองสามมิติ Stereo Resampling เป็นการสร้างภาพจำลองสามมิติที่มีพิกัดถูกต้องตามลักษณะภูมิประเทศจริงขึ้นใหม่โดยใช้ไฟล์ข้อมูล จากการขยายจุดบังคับภาพถ่ายทั้งทางราบและทาง ดิ่ง

- การสร้างเส้นชั้นความสูงแบ่งเป็น 2 วิธีคือ

- 1.การสร้าง DTM แบบ Manual collection ตั้งค่าต่างๆเช่น ขนาดและสีของจุด DTM และระยะของจุด DTM ในลักษณะของ row และ column ตามขนาดเช่น 50 x 50m วางจุดลอย ณ ตำแหน่งที่แตะพื้น จาก model stereo นอกจากนี้ยังต้อง digitize เส้น break line ซึ่งเป็นเส้นที่มีคุณสมบัติทางตำแหน่งและความสูงโดยใช้ digitize แนวลำนํ้าหรือร่องนํ้า แนวสันเขา รวมถึงจุดเปลี่ยนระดับต่างๆ เช่น ขอบเขตของดิ่งที่มีความชัน

- 2.การสร้าง DTM แบบ Auto Collection โดยการตั้งค่า Parameter ความถี่ของจุด DTM เครื่องสามารถสร้าง DTM โดยอัตโนมัติ แต่มีปัญหาในภูมิประเทศที่เป็นป่าและเมืองใหญ่ที่สิ่งปลูกสร้างมาก เครื่องจะวางจุดบนสิ่งปลูกสร้าง เหนือป่าไม้ไม่ได้วางบนพื้นดินจึงต้องแก้ไขเป็นบริเวณ ซึ่งถ้าเป็นพื้นที่โล่งเครื่องสามารถใช้การวาง DTM แบบ Auto Collection ได้ดี

- ประมวลผลสร้างเส้นชั้นความสูง เมื่อวาง DTM และ break line เพียงพอแล้วทำการ คำนวณ DTM ตั้งค่า Interval ของเส้นชั้นความสูง เครื่องจะเขียนเส้นชั้นความสูงและสามารถมองภาพสามมิติ เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดได้ ถ้าเส้นชั้นความสูงผิดให้ทำการลบหรือเพิ่ม DTM และ break line จนได้เส้นชั้นความสูงที่ถูกต้อง

- การสร้างจุดระดับ (Spot height) โดยการวางจุดลอย ณ ตำแหน่งที่แตะพื้นจากโมเดลสามมิติทุกโมเดลตามตำแหน่ง

ที่เหมาะสมเช่น ยอดเขา ระหว่างยอดเขา พื้นที่เนิน พื้นที่โล่ง เป็นต้น โปรแกรมจะทำการเขียนเลขจุดระดับ (Spot height) ให้เอง

- การประมวลผลภาพพอร์โท โดยการนำไฟล์ DTM ที่บันทึกเป็นนามสกุล .tin มาคำนวณร่วมกับการตัดแก้ภาพแบบอัตโนมัติ เลือกไฟล์ภาพต้นฉบับทุกภาพที่ต้องการตัดแก้แล้วให้เครื่องสร้างภาพใหม่ขึ้นมา มีฟังก์ชันและจะแก้ไขความผิดพลาดด้านความสูง ภาพที่ได้สามารถนำไปเป็นแผนที่ภาพพอร์โท นำไปใช้ในการดิจิทัลไลซ์รายละเอียดแผนที่ต่อไป

- การเขียนรายละเอียดแผนที่ สามารถทำได้ในโมเดลจำลองสามมิติ แต่เสียเวลาในการทำมาก จึงทำการโมเสกภาพพอร์โทขึ้นมา และทำการดิจิทัลไลซ์ จะทำให้งานเขียนรายละเอียดเสร็จเร็วขึ้น โดยการ สร้างไฟล์สองมิติขึ้นมา ภาพแต่ละภาพจะมีฟังก์ชันที่ถูกต้อง ทำการดิจิทัลไลซ์ถนน สิ่งปลูกสร้าง ขอบเขตการใช้ที่ดิน ใส่ชื่อนามศัพท์

- การปรับแต่งเส้นชั้นความสูง โดยใช้ ข้อมูล DTM สร้างเส้นชั้นความสูงซึ่งในโปรแกรมมี option การตั้งค่า smooth เส้นชั้นความสูงได้ตามต้องการ แต่ขึ้นอยู่กับความถูกต้อง ชัดแนวเดิมมากที่สุด เมื่อได้เส้นชั้นความสูงที่สวยงามแล้วให้ทำการบันทึกไฟล์เส้นชั้นความสูงไว้เพื่อนำไปประกอบระวางในขั้นตอนต่อไป

- การประกอบระวางแผนที่ คือการนำไฟล์ข้อมูลไฟล์ทั้งหมดคือ ไฟล์เส้นชั้นความสูงที่มีเลขกำกับเส้น ไฟล์ spot height ไฟล์ข้อมูลน้ำที่แก้ไขแล้ว ไฟล์ข้อมูลรายละเอียด บ้าน ถนน ขอบเขตการใช้ที่ดิน นำไฟล์เหล่านี้มาซ้อนทับกันหรือ Reference file โดยการสร้างไฟล์ใหม่ขึ้นมาแล้วเขียนขอบระวางมาตรฐาน T 1 ของสำนักสำรวจฯ

- การตรวจสอบแผนที่ลายเส้น (Checking the Line Map) ทำการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบระวางแผนที่และแก้ไขข้อผิดพลาดอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดที่ต้องตรวจสอบดังนี้

- 1.ตรวจสอบ แก้ไข รูปแบบ สัญลักษณ์ รายละเอียด
- 2.ตรวจสอบ แก้ไข ชื่อนามศัพท์ ที่ไม่ถูกต้อง
3. ตรวจสอบ แก้ไข การทับซ้อนของรายละเอียดแผนที่
- 4.ตรวจสอบ แก้ไข ความสัมพันธ์ของเส้นชั้นความสูงกับจุดระดับที่ไม่สอดคล้องกัน
- 5..ตรวจสอบ แก้ไขการเชื่อมต่อ รายละเอียดแผนที่ ระหว่างระวางแผนที่ที่มีพื้นที่ติดต่อกัน
- 6.ตรวจสอบแก้ไขความถูกต้องของรายละเอียดขอบระวางแผนที่

- การพิมพ์แผนที่ลายเส้น (Printing the Line Map) พิมพ์แผนที่ที่เป็นไฟล์ข้อมูลดิจิทัลลงบนกระดาษ ไมโครเทส ด้วยเครื่องวาดภาพ (Plotter) เป็นแผนที่กระดาษ (Hard copy) พร้อมบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ให้แก่ผู้ใช้งาน ตามมาตราส่วนที่กำหนด

#### เครื่องมือและอุปกรณ์การทำแผนที่ลายเส้นระบบดิจิทัล

- ส่วนเครื่อง (Hardware) ประกอบด้วย

เครื่องเขียนแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศระบบดิจิทัล ยี่ห้อ "INTERGRAPH" Model 6880

#### WORKSTATIONตามรายละเอียดดังนี้

- IP 6880, Edgell, 64 MB. HD1GB
- 27" Single, without VI
- External HD 9 GB.
- JPEGImage Compression Processor
- Internal CD – ROM
- Harddisk 2147 MB Fast SCSI – 2
- 7200 RPM.
- Track ball cursor
- แว่นสลับภาพ(Suttle-glasses)
- mouse
- กล้องส่งสัญญาณอินฟราเรดปรับจิงหะระหว่างแว่นกับจอภาพ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ PC

CPU MODEL : Pentium III 450 เมกกะเฮิรต์ , SDRAM 128 เมกกะไบต์ ,

HARD DISK SCSI 9 กิกะไบต์ , CD ROM 50x , FLOPPY DISK 1.44 เมกกะไบต์

MONITOR : จอภาพสีขนาด 21 นิ้ว

KEYBOARD : แป้นพิมพ์ 2 ภาษา

MOUSE : เมาส์ 3 ปุ่มสัมผัส

■ ส่วนชุดคำสั่ง (Software) ประกอบด้วย

1. โปรแกรม Image Station Photogrammetric Manager (ISPM)

- Image Station Digital Orientation (ISDO)

- Image Station Stereo Display (ISSD)

- Image Station DTM Collection (ISDC)

- Microstation Feature Collection (MSFC)

2.) โปรแกรม Microstation ปฏิบัติการบน UNIX และ WINDOWS NT

- *I/RAS C*

■ เครื่องวาดภาพ (Plotter)

ข้อควรระวัง

1. ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตโครงการต้องทำด้วยความระมัดระวัง รอบคอบ เพื่อการจัดซื้อ จัดหาข้อมูลได้ถูกต้อง ครอบคลุม ขอบเขตงาน

2. พิจารณาลักษณะภาพถ่าย ข้อมูลภาพถ่าย หรือข้อมูลภาพถ่ายเวกเตอร์ ที่ใช้ในการทำแผนที่ให้เหมาะสมและตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

3. การดำเนินการในสนาม

3.1 เครื่องมือสำรวจที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น กล้องวัดมุม กล้องระดับ ควรมีการตรวจสอบก่อนใช้งานทุกครั้ง เพราะอาจมีความคลาดเคลื่อนได้

3.2 จุดบ่งชี้ภาพถ่ายจะต้องปรากฏในตำแหน่งเดิมของพื้นที่ภูมิประเทศ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ต้องบันทึกมาให้ชัดเจน เพื่อผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานสามารถแก้ปัญหาได้

3.3 การหาค่าพิกัด และระดับจะต้องมีการรังวัดตรวจสอบได้ทุกครั้ง

4. การนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย ต้องใส่ข้อมูลให้ถูกต้อง เช่น ข้อมูลสอบเทียบกล้องถ่ายภาพ ถ้าใส่ข้อมูลผิด จะทำให้แผนที่มีความผิดพลาดเป็นระบบได้

5. การรังวัดจุดบ่งชี้ภาพถ่าย ต้องวางจุดลอย (Floating Mark) ให้สัมผัสรูปจำลองสามมิติ เพื่อจะได้ผลคำนวณพิกัด x y z ที่ถูกต้องที่สุด

6. อุปกรณ์ในการทำงาน ทั้งส่วนที่เป็น Hardware และ Software ควรต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นประจำทุกเดือน

**6.1.2 การสำรวจทำแผนที่ลายเส้นเชิงเลข (Digital Topographic Line Map) โดยใช้ข้อมูลภาพออร์โธรี และเส้นชั้นความสูงชั้นละ 2 ม.ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์**

**การเตรียมงานเบื้องต้น**

■ กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

■ จัดหาข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรี รายละเอียด 0.75 เมตร และเส้นชั้นความสูงซึ่งมีช่วงเส้นความสูง ชั้นละ 2 เมตร ให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการ

**การดำเนินงานในสนาม**

การจำแนกรายละเอียดและนามศัพท์

■ เพื่อจำแนกประเภทรายละเอียดและรายละเอียดเฉพาะของลักษณะภูมิประเทศและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่ปรากฏหรือไม่ปรากฏในภาพถ่าย แต่มีความจำเป็นที่จะต้องแสดงไว้ในแผนที่ภูมิประเทศ เช่น หมู่บ้าน ถนน ทางรถไฟ ลำน้ำ ไร่ นา สวน ฯลฯ ตลอดจนอาคารที่สำคัญของทางราชการ รายละเอียดในภูมิประเทศอาจเปลี่ยนแปลงไป จึงจำเป็นที่จะต้องไปหาข้อมูลจริงมาใช้ประกอบในการลงรายละเอียดในแผนที่

■ เลือกภาพถ่ายที่เป็นภาพหมายเลขคู่ เพื่อใช้ในการสำรวจ กันเขตภาพถ่ายด้านข้าง (Overlap) และด้านบนและล่าง (Side lap) จากรายละเอียดของภาพถ่ายที่เป็นรายละเอียดที่เดียวกันของแต่ละแนวนั้นทั้งด้านบนและด้านล่าง พร้อมทั้งลงหมายเลขภาพด้านบนและด้านล่างไว้ด้วย

- ตัดกระดาษแก้วฝ้า ( Overlay ) ให้มีขนาดเท่าภาพถ่ายทางลงบนภาพถ่ายแล้วใช้กระดาษกาวยึกระหว่างกระดาษแก้วฝ้ากับภาพถ่ายทางด้านซ้ายมือเพียงด้านเดียว ให้สามารถเปิดดูรายละเอียดของภาพถ่ายได้

- คัดลอกเส้นแนวขอบที่ได้กันเขต Overlay และ Side lap บนกระดาษแก้วฝ้าด้วยหมึกสีดำ พร้อมกับเขียนชื่อโครงการ หมายเลขแนวมิน หมายเลขภาพถ่าย ทิศทางของภาพถ่าย ชื่อผู้สำรวจ วัน เดือน ปี ที่ทำการสำรวจ

- ใช้แผนที่ 1 : 50,000 เป็นเครื่องชี้้นำในการเข้าไปในภูมิประเทศที่ตรงกับภาพถ่ายบริเวณที่จะจำแนกประเภทรายละเอียดและนามศัพท์ หรือเลือกตั้งต้นจากชุมชนใหญ่ เช่น จังหวัด อำเภอ หรือตลาด ฯลฯ สอบถามข้อมูล

- สำรวจเพิ่มเติมสำหรับรายละเอียดภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลง และเกิดขึ้นใหม่ หรือมีการก่อสร้างหลังจากการบินถ่ายภาพ การเก็บรายละเอียดนี้สามารถทำได้ด้วยวิธีการสำรวจ ที่มีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง ไม่เกิน 1 มม. ตามมาตราส่วนภาพถ่าย

- การใช้รหัส และสีของรายละเอียด

#### การเขียนแผนที่

- การนำเข้าข้อมูล นำข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรี เข้าสู่ระบบการจัดการแผนที่ เนื่องจากรูปแบบของแฟ้มข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีเป็น Geotif แผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีจะถูกจัดวางในตำแหน่งพิกัดที่ถูกต้องโดยอัตโนมัติ

- เขียนรายละเอียดภูมิประเทศโดยวิธีดิจิทัล ได้แก่ ถนน อาคาร สิ่งปลูกสร้าง การใช้ประโยชน์ที่ดิน

- ปรับแต่งแก้ไขรายละเอียดแผนที่ (Edit line map) ใช้สัญลักษณ์ตามแบบที่สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยากำหนด และลงนามศัพท์ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

- นำเข้าเส้นชั้นความสูง จุดระดับและแนวเปลี่ยนระดับ (Break line) เข้าสู่ระบบการจัดการแผนที่ โดยใช้เส้นชั้นความสูง ซึ่งมีช่วงชั้นความสูงชั้นละ 2 เมตร เนื่องจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงอยู่ในรูปแบบของ Shape file จึงสามารถวางซ้อน (Overlay) บนรายละเอียดภูมิประเทศที่ใช้วิธีดิจิทัล จากแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีได้อย่างถูกต้องเพราะมีระบบพิกัดเดียวกัน และได้เลขกำกับเส้นชั้นความสูง

- การประกอบระวางแผนที่ นำไฟล์ข้อมูลไฟล์ทั้งหมด เช่น ไฟล์ เส้นชั้นความสูงที่มีเลขกำกับเส้น ไฟล์ spot height ไฟล์ข้อมูลน้ำที่แก้ไขแล้ว ไฟล์ข้อมูลรายละเอียด บ้าน ถนน ขอบเขตการใช้ที่ดิน ทำการเปิดไฟล์เหล่านี้มาซ้อนทับกันหรือ Reference file โดยการสร้างไฟล์ใหม่ขึ้นมาแล้วเขียนขอบระวางมาตรฐาน T 1 ของสำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา

- การตรวจสอบแผนที่ลายเส้น (Checking the Line Map) ทำการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบระวางแผนที่และแก้ไขข้อผิดพลาดอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดที่ต้องตรวจสอบดังนี้

- 1.ตรวจสอบ แก้ไข รูปแบบ สัญลักษณ์ รายละเอียด
- 2.ตรวจสอบ แก้ไข ชื่อนามศัพท์ ที่ไม่ถูกต้อง
3. ตรวจสอบ แก้ไข การทับซ้อนของรายละเอียดแผนที่
- 4.ตรวจสอบ แก้ไข ความสัมพันธ์ของเส้นชั้นความสูงกับจุดระดับที่ไม่สอดคล้องกัน
- 5.ตรวจสอบ แก้ไขการเชื่อมต่อ รายละเอียดแผนที่ ระหว่างระวางแผนที่ที่มีพื้นที่ติดต่อกัน
- 6.ตรวจสอบแก้ไขความถูกต้องของรายละเอียดขอบระวางแผนที่

- การพิมพ์แผนที่ลายเส้น (Printing the Line Map) พิมพ์แผนที่ที่เป็นไฟล์ข้อมูลดิจิทัลลงบนกระดาษ ไมโครเทส ด้วยเครื่องวาดภาพ (Plotter) เป็นแผนที่กระดาษ (Hard copy) พร้อมบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ให้แก่ผู้ใช้งาน ตามมาตราส่วนที่กำหนด

#### เครื่องมือและอุปกรณ์การทำแผนที่โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรี และเส้นชั้นความสูงชั้นละ 2 ม.ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ PC
- ส่วนชุดคำสั่ง (Software) ประกอบด้วย
  - โปรแกรม Microstation ปฏิบัติการบน UNIX และ WINDOWS NT
  - โปรแกรม I/RAS C
  - โปรแกรม Arc View
  - โปรแกรม Auto CAD Land Development
- เครื่องวาดภาพ (Plotter)

### ข้อควรระวัง

1.การดิจิทัลภาพถ่ายละเอียด เช่น ถนน ทางน้ำ ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อจะได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง ตามมาตรฐานของแผนที่

2.ตรวจสอบข้อมูลให้ครอบคลุมขอบเขตงาน

3.ตรวจสอบว่ามีแผนที่เก่าที่มีพื้นที่ต่อกันหรือไม่

## 6.2 การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่าย (Photo Map)

### ลักษณะของงาน

#### 6.2.1 การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้ไขเชิงเลข

##### เตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขความละเอียดจุดภาพ (Resolution) 30 ไมครอนหรือดีกว่าให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการ หรือภาพถ่ายทางอากาศที่มีมาตราส่วนภาพถ่ายสัมพันธ์กับมาตราส่วนแผนที่ ที่ต้องการจัดทำ
- จัดทำแผนที่ดัชนีภาพถ่าย (Photo Index)
- คัดลอกค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงบนแผนที่ มาตราส่วน 1:50,000 ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมแนบหมายเหตุหมุดหลักฐาน (Description) ที่ฝ่ายสำรวจวางหมุดหลักฐานดำเนินการไว้แล้ว
- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางตั้งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย

### การดำเนินงานในสนาม

#### การสำรวจจุดบังคับภาพถ่าย (Photo Control)

- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางตั้งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย
- ตรวจสอบหมุดหลักฐานเดิม เป็นการหาหมุดหลักฐานถาวรที่จะใช้ในการออกงานโดยเป็นหมุดหลักฐานเก่าหรือหมุดหลักฐานที่ทำการหล่อขึ้นใหม่ที่ครอบคลุมในพื้นที่สำรวจ
- กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายทางราบและทางตั้งในภูมิประเทศ ให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้บนภาพถ่าย แล้วปูลงด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อและเครื่องหมายกำกับด้านหน้าภาพ เขียนแผนที่สังเขปโดยรอบจุดให้ชัดเจนด้านหลังภาพ ดอกหมุดไม้ ณ ตำแหน่งจุดที่ปูลงในภูมิประเทศและทำหมายเหตุให้สังเกตเห็นได้ง่าย
- สำรวจหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย ทางราบ(Horizontal Control Point) โดยวิธีการวางรอบชั้นที่ 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน งานวางรอบ เป็นการอ่านมุมและระยะเพื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณหาค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย (H) โดยมีความละเอียดถูกต้องตามเกณฑ์ตอนเข้าบรรจบเป็นงานวางรอบชั้น 3 (Closure) 1: 5,000
- สำรวจหาค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่าย (Vertical Control Point) โดยวิธีการทำระดับชั้น 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน งานระดับ (Levelling) เป็นการทำการระดับเพื่อหาความสูงต่ำของจุดบังคับทางตั้ง (V)และความสูงต่ำของจุดบังคับทางราบ (H) โดยทำการโยก ค่าระดับ ออกจากหมุดหลักฐานที่ทราบค่าระดับไปยังบริเวณที่ถูกกำหนดไว้บนภาพถ่ายทางอากาศ แล้วทำการปูลงด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อพร้อมตัวเลขและเขียนแผนที่โดยสังเขปรอบจุดไว้ข้างหลังภาพถ่ายที่ถูกนำไปใช้งานให้ชัดเจน การทำการระดับเพื่อหาความสูงต่ำบนพื้นภูมิประเทศของจุดบังคับภาพถ่ายทางตั้งเป็นการทำระดับโดยยึดเกณฑ์งานระดับชั้น 3 (คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 12$  มม./ กม.)

#### การทำแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้ไขเชิงเลข

- นำ CD ที่บรรจุข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขของโครงการใส่ CD ROM ทำการ copy ไฟล์ โดยนำข้อมูลเข้าที่ละแนวกบิน จนครบทั้ง โครงการ
- เข้าสู่โปรแกรมการทำแผนที่(ISPM (Image Station Photogrammetric Manager) ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อของกระบวนการที่สำคัญดังนี้คือ

- 1.การจัดการข้อมูลโครงการ (Project Maintenance)
- 2.การรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Triangulation)
- 3.การสร้างรูปจำลองสามมิติ (Stereo Resampling)
- 4.การกำหนดสร้างข้อมูลแผนที่สำหรับภาพตัดแก้ (Data collection )
- 5.การสร้างภาพถ่ายตัดแก้ (Ortho Resampling)

- การจัดการข้อมูลโครงการ (Project Maintenance) คือการกรอกข้อมูลรายละเอียดที่ควรทราบของภาพถ่ายที่ใช้ทำงาน นำเข้าข้อมูล เช่น ข้อมูลชื่อโครงการ ระบบโปรเจกชันแผนที่ ชื่อภาพถ่าย ชื่อโมเดล ข้อมูลสอบเทียบกล้องถ่ายภาพ จุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน

- การรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Triangulation) กำหนดรังวัดจุดเพื่อทำการขยายจุดบังคับภาพถ่าย ตามขั้นตอนการขยายจุดบังคับภาพถ่าย ดังนี้

1. Interior Orientation (IO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดดัชนี (Fiducial marks) ลงบนภาพถ่ายแต่ละภาพให้ตรงกับตำแหน่งจุดดัชนี ของ Camera Parameters ซึ่งในหนึ่งภาพจะปรากฏตำแหน่งจุดดัชนีทั้งหมด 8 ตำแหน่ง คือ ขอบมุม 4 จุด และขอบกลาง 4 จุด ปกติให้ใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งให้ทำทุกจุดและทุกภาพทั้งโครงการ และต้องได้ค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน

2. Relative Orientation (RO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายในตำแหน่งมาตรฐานภาพถ่าย 6 จุด ลงบนภาพถ่ายคู่สามมิติ (Stereo pair) ทุกๆ โมเดล โดยการมองภาพแบบสามมิติ วางจุดลอยที่ภาพ ให้จุดลอยและพื้น ณ ตำแหน่งชี้ชัด เช่น ทางแยกถนน ทางแยกถนนตัดกัน มุมอาคาร ผลจากการรังวัดต้องได้ค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน

3. Absolute Orientation (AO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน ซึ่งในหนึ่ง 1 โมเดล มีจุด ground control อยู่อย่างน้อย 3 จุด รวมทั้งจุดควบคุมทางราบและทางตั้ง โดยการถ่ายจุดลงตำแหน่งที่ทางภาคสนามกำหนดตำแหน่งลงในภาพ ในการวางควรขยายภาพทั้ง 2 ด้านให้ชัดเจนเพื่อจุด 3 มิติได้ถูกต้อง และค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน

4. การคำนวณขยายจุดบังคับภาพถ่ายตามวิธี Bundle Block Adjustment ซึ่งโปรแกรมจะนำเอาผลการรังวัด IO, RO, และ AO มารวมกันและคำนวณแปลงค่าพิกัดให้เป็นระบบเดียวกันโดยโปรแกรมสามารถคำนวณรวมทุกโมเดล ค่า Sigma naught (Standard deviation of unit weight) หลังการปรับแก้ของค่าพิกัดทางราบต้องไม่มากกว่า 10 ไมครอน และค่าพิกัดทางตั้งต้องไม่มากกว่า 20 ไมครอนที่มาตราส่วนภาพถ่ายและบันทึกข้อมูลไว้ จากนั้นทำการ Densification หรือการแสดงพิกัดของจุดผ่านและจุดโยงยึดที่ขยายเพิ่ม ซึ่งจะทำให้จุดเหล่านี้มีค่าพิกัดทั้ง x,y,z เมื่อจบขั้นตอนนี้แล้วจะได้โมเดลจำลองที่มีพิกัดถูกต้องทั้ง x,y,z จึงสามารถสร้างรายละเอียดแผนที่ได้ในขั้นตอนต่อไป

- ประมวลผลสร้างภาพตัดแก้จาก โดยการคำนวณร่วมกับการตัดแก้ภาพแบบอัตโนมัติ เลือกไฟล์ภาพต้นฉบับทุกภาพที่ต้องการตัดแก้แล้วให้เครื่องสร้างภาพใหม่ขึ้นมาพิกัดและจะแก้ไขความผิดพลาดทางราบ ภาพที่ได้เป็นแผนที่ภาพตัดแก้

- ประกอบระวางแผนที่ภาพตัดแก้ ตามระวางมาตรฐาน 1:4,000 โดยวาง ณ ตำแหน่งของแผ่นระวาง ทำการตัดข้อมูลทีละระวาง โดยการตัดจาก Reference file ทุกไฟล์และทำการ copy ข้อมูลให้อยู่ในระวางมาตรฐาน ของมาตราส่วน 1:4,000 โดยมีขนาดระวาง 50x50 cm หรือมีพื้นที่เท่ากับ 4 ตารางกิโลเมตร

- การตรวจสอบแผนที่ภาพตัดแก้ ทำการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบระวางแผนที่ทุกๆ ระวาง โดยมีรายละเอียดที่ต้องตรวจสอบดังนี้

- 1.ตรวจสอบ ตำแหน่งของภาพพอร์โทให้ถูกต้องตามพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน
- 2.ตรวจสอบรอยต่อระหว่างภาพซึ่งควรจะต้องกันได้ดี

- พิมพ์แผนที่ภาพตัดแก้ที่เป็นไฟล์ข้อมูลดิจิทัลลงบนกระดาษเคลือบมัน (Glossy) ด้วยเครื่องวาดภาพ (Plotter) เป็นแผนที่กระดาษ (Hard copy) พร้อมบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ตามมาตราส่วนที่ต้องการ และ ส่งให้ผู้ใช้งาน

#### เครื่องมือและอุปกรณ์การทำแผนที่ภาพตัดแก้เชิงเลข

- ส่วนเครื่อง (Hardware) ประกอบด้วย

เครื่องเขียนแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศระบบดิจิทัล ยี่ห้อ "INTERGRAPH" Model 6880

WORKSTATIONตามรายละเอียดดังนี้

- IP 6880, Edgell, 64 MB. HD1GB

- 27" Single, without VI
- External HD 9 GB.
- JPEGImage Compression Processor
- Internal CD – ROM
- Harddisk 2147 MB Fast SCSI – 2
- 7200 RPM.
- Track ball cursor
- แว่นสลับภาพ(Suttle-glasses)
- mouse
- กล้องส่งสัญญาณอินฟราเรดปรับจัวหะระหว่างแว่นกับจอภาพ

■ เครื่องคอมพิวเตอร์ PC

CPU MODEL : Pentium III 450 เมกกะเฮิรต์ , SDRAM 128 เมกกะไบท์ ,

HARD DISK SCSI 9 กิกะไบท์ , CD ROM 50x , FLOPPY DISK 1.44 เมกกะไบท์

MONITOR : จอภาพสีขนาด 21 นิ้ว

KEYBOARD : แป้นพิมพ์ 2 ภาษา

MOUSE : เมาส์ 3 ปุ่มสัมผัส

■ ส่วนชุดคำสั่ง (Software) ประกอบด้วย

1. โปรแกรม Image Station Photogrammetric Manager(ISPM)

- Image Station Digital Orientation (ISDO)
- Image Station Stereo Display (ISSD)
- Image Station DTM Collection (ISDC)
- Microstation Feature Collection (MSFC)

2.) โปรแกรม Microstation ปฏิบัติการบน UNIX และ WINDOWS NT

- *IRAS C*

■ เครื่องวาดภาพ (Plotter)

### ข้อควรระวัง

- แผนที่ภาพถ่ายที่แก้ไข เป็นแผนที่ ที่ปรับแก้เฉพาะความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดภาพ (พิกัดทางราบ) เท่านั้น ไม่ได้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความสูง เหมาะกับการจัดทำแผนที่บริเวณภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ

### 6.2.2 การสำรวจทำแผนที่ภาพถ่ายรังสีเชิงเลข

#### เตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขความละเอียดจุดภาพ (Resolution) 30ไมครอนหรือดีกว่าให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการโดยให้มีมาตราส่วนภาพถ่ายสัมพันธ์กับมาตราส่วนแผนที่ ที่ต้องการจัดทำ
- จัดทำแผนที่ดัชนีภาพถ่าย (Photo Index)
- คัดลอกค่าพิกัด และค่าระดับของหมุดหลักฐานที่ทราบค่าแล้วลงบนแผนที่ มาตราส่วน 1:50,000 ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมแนบหมายเหตุหมุดหลักฐาน (Description) ที่ฝ่ายสำรวจวางแผนหมุดหลักฐานดำเนินการไว้แล้ว
- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางตั้งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยายจุดบังคับภาพถ่าย

#### ดำเนินงานในสนาม

การสำรวจจุดบังคับภาพถ่าย (Photo Control)

- กำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายทางราบ และทางตั้งพร้อมหมายเลขกำกับบนภาพถ่าย โดยยึดตามหลักการขยาย

#### จุดบังคับภาพถ่าย

- ตรวจสอบหมุดหลักฐานเดิม เป็นการหาหมุดหลักฐานถาวรที่จะใช้ในการออกงานโดยเป็นหมุดหลักฐานเก่าหรือหมุดหลักฐานที่ทำการหล่อขึ้นใหม่ที่ครอบคลุมในพื้นที่สำรวจ
- กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายทางราบและทางตั้งในภูมิประเทศ ให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้บนภาพถ่าย แล้วป้อนด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อและเครื่องหมายกำกับด้านหน้าภาพ เขียนแผนที่สังเขปโดยรอบจุดให้ชัดเจนด้านหลังภาพ ดอกหมุดไม้ ณ ตำแหน่งจุดที่ป้อนในภูมิประเทศและทำหมายเหตุให้สังเกตเห็นได้ง่าย
- สำรวจค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย ทางราบ(Horizontal Control Point) โดยวิธีการวางรอบชั้นที่ 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน งานวางรอบ เป็นการอ่านมุมและระยะเพื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย (H) โดยมีความละเอียดถูกต้องตามเกณฑ์คอนเซ็ปการเป็นงานวางรอบชั้น 3 (Closure) 1: 5,000
- สำรวจค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่าย (Vertical Control Point) โดยวิธีการทำระดับชั้น 3 หรือวิธีการอื่นที่มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน งานระดับ (Levelling) เป็นการทำการระดับเพื่อหาความสูงต่ำของจุดบังคับทางตั้ง (V) และความสูงต่ำของจุดบังคับทางราบ (H) โดยทำการโยก ค่าระดับ ออกจากหมุดหลักฐานที่ทราบค่าระดับไปยังบริเวณที่ถูกกำหนดไว้บนภาพถ่ายทางอากาศ แล้วทำการป้อนด้วยเข็มปลายแหลม เขียนชื่อพร้อมตัวเลขและเขียนแผนที่โดยสังเขปรอบจุดไว้ข้างหลังภาพถ่ายที่ถูกลำนำไปใช้งานให้ชัดเจน การทำระดับเพื่อหาความสูงต่ำบนพื้นภูมิประเทศของจุดบังคับภาพถ่ายทางตั้งเป็นการทำระดับโดยยึดเกณฑ์งานระดับชั้น 3 (คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน  $\pm 12$  มม./กม.)

#### การทำแผนที่ภาพออร์โธเรซิเกล

- นำ CD ที่บรรจุข้อมูลภาพเชิงเลขของโครงการใส่ CD ROM ทำการ copy ไฟล์ โดยนำข้อมูลเข้าที่ละแนวนับ จนครบทั้ง โครงการ
- เข้าสู่โปรแกรมการทำแผนที่(ISPM (Image Station Photogrammetric Manager) ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อของกระบวนการที่สำคัญดังนี้คือ
  - 1.การจัดการข้อมูล โครงการ (Project Maintenance)
  - 2.การรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Triangulation)
  - 3.การสร้างรูปจำลองสามมิติ (Stereo Resampling)
  - 4.การกำหนดสร้างข้อมูลแผนที่สำหรับภาพตัดแก้ (Data collection )
  - 5.การสร้างภาพถ่ายตัดแก้ (Ortho Resampling)
- การจัดการข้อมูลโครงการ (Project Maintenance) คือการกรอกข้อมูลรายละเอียดที่ควรทราบของภาพถ่ายที่ใช้ทำงาน นำเข้าข้อมูล เช่น ข้อมูลชื่อโครงการ ระบบโปรเจกชันแผนที่ ชื่อภาพถ่าย ชื่อโมเดล ข้อมูลสอบเทียบกล้องถ่ายภาพ จุดบังคับภาพถ่ายภาคพื้นดิน
- การรังวัดขยายจุดบังคับภาพถ่าย (Triangulation) กำหนดรังวัดจุดเพื่อทำการขยายจุดบังคับภาพถ่าย ตามขั้นตอนการขยายจุดบังคับภาพถ่าย ดังนี้
  - 1.Interior Orientation (IO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดดัชนี(Fiducial marks) ลงบนภาพถ่ายแต่ละภาพให้ตรงกับตำแหน่งจุดดัชนี ของ Camera Parameters ซึ่งในหนึ่งภาพจะปรากฏตำแหน่งจุดดัชนีทั้งหมด 8 ตำแหน่ง คือ ขอบมุม 4 จุด และขอบกลาง 4 จุด ปกติให้ใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งให้ทำทุกจุดและทุกภาพทั้งโครงการ และต้องได้ค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน
  - 2.Relative Orientation (RO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายในตำแหน่งมาตรฐานภาพถ่าย 6 จุด ลงบนภาพถ่ายคู่สามมิติ(Stereo pair) ทุกๆโมเดล โดยการมองภาพแบบสามมิติ วางจุดลอยที่ภาพ ให้จุดลอยและพื้น ณ ตำแหน่งชี้ชัด เช่น ทางแยกถนน ทางแยกคันนาตัดกัน มุมอาคาร ผลจากการรังวัดต้องได้ค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน
  - 3.Absolute Orientation (AO) กำหนดและรังวัดตำแหน่งจุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน ซึ่งในหนึ่ง 1 โมเดล มีจุด ground control อยู่อย่างน้อย 3 จุด รวมทั้งจุดควบคุมทางราบและทางตั้ง โดยการถ่ายจุดลงตำแหน่งที่ทางภาคสนามกำหนดตำแหน่งลงในภาพ ในการวางควรขยายภาพทั้ง 2 ด้านให้ชัดเจนเพื่อดู 3 มิติได้ถูกต้อง และค่า RMSE ไม่มากกว่า 10 ไมครอน
  4. การคำนวณขยายจุดบังคับภาพถ่ายตามวิธี Bundle Block Adjustment ซึ่งโปรแกรมจะนำเอาผลการรังวัด IO, RO, และ AO มารวมกันและคำนวณแปลงค่าพิกัดให้เป็นระบบเดียวกันโดยโปรแกรมสามารถคำนวณรวมทุกโมเดล ค่า Sigma naught (Standard deviation of unit weight) หลังการปรับแก้ของค่าพิกัดทางราบต้องไม่มากกว่า 10 ไมครอน และค่าพิกัดทางตั้งต้องไม่

มากกว่า 20 ไมครอนที่มาตราส่วนภาพถ่ายและบันทึกข้อมูลไว้ จากนั้นทำการ Densification หรือการแสดงพิกัดของจุดผ่านและจุดโยงยึดที่ขยายเพิ่ม ซึ่งจะทำให้จุดเหล่านี้มีค่าพิกัดทั้ง x,y,z เมื่อจบขั้นตอนนี้แล้วจะได้โมเดลจำลองที่มีพิกัดถูกต้องทั้ง x,y,z จึงสามารถสร้างรายละเอียดแผนที่ได้ในขั้นตอนต่อไป

- การสร้างภาพจำลองสามมิติ Stereo Resampling เป็นการสร้างภาพจำลองสามมิติที่มีพิกัดถูกต้องตามลักษณะภูมิประเทศจริงขึ้นใหม่โดยใช้ไฟล์ข้อมูล จากการขยายจุดบังคับภาพถ่ายทั้งทางราบและทาง คิ่ง

- การสร้างเส้นชั้นความสูงแบ่งเป็น 2 วิธีคือ

- 1.การสร้าง DTM แบบ Manual collection ตั้งค่าต่างๆเช่น ขนาดและสีของจุด DTM และระยะของจุด DTM ในลักษณะของ row และ column ตามขนาดเช่น 50 x 50m วางจุดลอย ณ ตำแหน่งที่แตะพื้น จาก model stereo นอกจากนี้ยังต้อง digitize เส้น break line ซึ่งเป็นเส้นที่มีคุณสมบัติทางตำแหน่งและความสูงโดยใช้ digitize แนวลำน้ำหรือร่องน้ำ แนวสันเขา รวมถึงจุดเปลี่ยนระดับต่างๆ เช่น ขอบเขตของคลั่งที่มีความชัน

- 2.การสร้าง DTM แบบ Auto Collection โดยการตั้งค่า Parameter ความถี่ของจุด DTM เครื่องสามารถสร้าง DTM โดยอัตโนมัติ แต่มีปัญหาในภูมิประเทศที่เป็นป่าและเมืองใหญ่ที่สิ่งปลูกสร้างมาก เครื่องจะวางจุดบนสิ่งปลูกสร้าง เหนือป่าไม้ไม่ได้วางบนพื้นดินจึงต้องแก้ไขเป็นบริเวณ ซึ่งถ้าเป็นพื้นที่โล่งเครื่องสามารถใช้การวาง DTM แบบ Auto Collection ได้ดี

- ประมวลผลสร้างเส้นชั้นความสูง เมื่อวาง DTM และ break line เพียงพอแล้วทำการ คำนวณ DTM ตั้งค่า Interval ของเส้นชั้นความสูง เครื่องจะเขียนเส้นชั้นความสูงและสามารถมองภาพสามมิติ เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดได้ ถ้าเส้นชั้นความสูงผิดให้ทำการลบหรือเพิ่ม DTM และ break line จนได้เส้นชั้นความสูงที่ถูกต้อง

- การสร้างจุดระดับ (Spot height) โดยการวางจุดลอย ณ ตำแหน่งที่แตะพื้นจากโมเดลสามมิติทุกโมเดลตามตำแหน่งที่เหมาะสมเช่น ยอดเขา ระหว่างยอดเขา พื้นที่เนิน พื้นที่โล่ง เป็นต้น โปรแกรมจะทำการเขียนเลขจุดระดับ (Spot height) ให้เอง

- การการประมวลผลภาพออร์โธ โดยการนำไฟล์ DTM ที่บันทึกเป็นนามสกุล .tin มาคำนวณร่วมกับการตัดแก้ภาพแบบอัตโนมัติ เลือกไฟล์ภาพต้นฉบับทุกภาพที่ต้องการตัดแก้แล้วให้เครื่องสร้างภาพใหม่ขึ้นมา มีพิกัดที่ถูกต้องและแก้ไขความผิดพลาดด้านความสูง ภาพที่ได้เป็นแผนที่ภาพออร์โธ

- การประกอบระวางแผนที่คือการนำไฟล์ข้อมูล เช่น ไฟล์ ภาพออร์โธ ไฟล์ เส้นชั้นความสูงที่มีเลขกำกับเส้น ที่แก้ไขแล้ว ไฟล์ ข้อมูลแนวสันเขื่อน ไฟล์ข้อมูลระดับน้ำสูงสุดของอ่างไฟล์ ข้อมูลหมุดหลักเขตของอ่างเก็บน้ำ ไฟล์ข้อมูลDEM นำไฟล์เหล่านี้มาซ้อนทับกันหรือ Reference file โดยการสร้างไฟล์ใหม่ขึ้นมาแล้วเขียนขอบระวางมาตรฐาน 1:4,000 โดยวาง ณ ตำแหน่งของแผ่นระวาง ทำการตัดข้อมูลที่ระวาง โดยการตัดจาก Reference file ทุกไฟล์และทำการ copy ข้อมูลให้อยู่ในระวางมาตรฐาน ของมาตราส่วน 1:4,000 โดยมีขนาดระวาง 50x50 cm หรือมีพื้นที่เท่ากับ 4 ตารางกิโลเมตร

- การตรวจสอบแผนที่ภาพออร์โธ ทำการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบระวางแผนที่ทุกๆระวางแผนที่ และแก้ไขข้อผิดพลาดอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดที่ต้องตรวจสอบดังนี้

- 1.ตรวจสอบ แก้ไขเส้น ชั้นความสูงและเลขกำกับเส้นชั้นความสูงให้ถูกต้อง สวยงาม และสัมพันธ์กับลำน้ำหรือภูมิประเทศจริง

2. ตรวจสอบ ตำแหน่งของภาพออร์โธให้อุบัติตามพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน

3. ตรวจสอบรอยต่อระหว่างภาพซึ่งควรจะต่อกันได้ดีในบริเวณที่มีข้อมูล DEM

- การพิมพ์แผนที่ภาพออร์โธ ที่เป็นไฟล์ข้อมูลดิจิทัลลงบนกระดาษเคลือบมัน (Glossy) ด้วยเครื่องวาดภาพ (Plotter) เป็นแผนที่กระดาษ (Hard copy) พร้อมบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ตามมาตราส่วนที่ต้องการ และ ส่งให้ผู้ใช้งาน

**เครื่องมือและอุปกรณ์การทำแผนที่ภาพออร์โธเชิงเลข**

- ส่วนเครื่อง (Hardware) ประกอบด้วย

เครื่องเขียนแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศระบบดิจิทัล ยี่ห้อ "INTERGRAPH" Model 6880

WORKSTATIONตามรายละเอียดดังนี้

- IP 6880, Edgell,64 MB. HD1GB
- 27" Single, without VI
- External HD 9 GB.
- JPEGImage Compression Processor
- Internal CD – ROM

- Harddisk 2147 MB Fast SCSI – 2
- 7200 RPM.
- Track ball cursor
- แว่นสลัภาพ(Suttle-glasses)
- mouse
- กล้องส่งสัญญาณอินฟราเรดปรับจัวหวะระหว่างแว่นกับจอภาพ

■ เครื่องคอมพิวเตอร์ PC

CPU MODEL : Pentium III 450 เมกกะเฮิรต์ , SDRAM 128 เมกกะไบท์ ,

HARD DISK SCSI 9 กิกะไบท์ , CD ROM 50x , FLOPPY DISK 1.44 เมกกะไบท์

MONITOR : จอภาพสีขนาด 21 นิ้ว

KEYBOARD : แป้นพิมพ์ 2 ภาษา

MOUSE : เมาส์ 3 ปุ่มสัมผัส

■ ส่วนชุดคำสั่ง (Software) ประกอบด้วย

1. โปรแกรม Image Station Photogrammetric Manager (ISPM)

- Image Station Digital Orientation (ISDO)
- Image Station Stereo Display (ISSD)
- Image Station DTM Collection (ISDC)
- Microstation Feature Collection (MSFC)

2.) โปรแกรม Microstation ปฏิบัติการบน UNIX และ WINDOWS NT

- *IRAS C*

■ เครื่องวาดภาพ (Plotter)

ข้อควรระวัง

- การพิมพ์แผนที่ที่สามารถพิมพ์ได้ในมาตราส่วนต่าง ๆ ตามต้องการแต่ต้องคำนึงถึงความถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ผลิตรวมถึงจุดประสงค์และขอบเขตการใช้งาน

### 6.2.3 การทำแผนที่ภาพจากดาวเทียมรายละเอียดสูง

เตรียมงานเบื้องต้น

- ตรวจสอบรายละเอียดขอบเขตโครงการตามความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น ค่าพิกัดตำแหน่งขอบเขตพื้นที่โครงการวันเดือนปีที่ต้องการภาพดาวเทียม มาตราส่วนของแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม เส้นชั้นความสูงและอื่นๆ
- จัดหาข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง โดยการทำ SHP file( shape file) ขอบเขตพื้นที่งานเพื่อตรวจสอบข้อมูลภาพดาวเทียม และราคาข้อมูล จากสำนักงาน พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน): สทอภ. เมื่อได้ใบเสนอราคาค่าข้อมูลภาพดาวเทียม ดำเนินการจัดซื้อข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
- จัดหาแผนที่ภาพออร์โธ และเส้นชั้นความสูง มาตราส่วน 1:4,000 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อใช้เป็นจุดบังคับภาพ

การผลิตแผนที่ภาพจากดาวเทียม

- นำเข้าข้อมูลภาพดาวเทียม QUICKBIRD-2 (Import data) เพื่อดำเนินการผลิตแผนที่ภาพด้วยโปรแกรม OrthoEngine ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยส่วนหนึ่งของ PCI Geomatica ประกอบด้วย การสร้างโครงการ (Create project) การกำหนดระบบพิกัดแผนที่ (Set projection) นำเข้าข้อมูลภาพ และแปลงรูปแบบข้อมูลภาพ
- กำหนดจุดควบคุมภาพ โดยการกำหนดและรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points หรือ GCPs) ลงบนภาพ ด้วยการนำเข้า GCPs แบบ Manual ซึ่งเป็นการเลือกจุดในภาพแล้วใส่ค่าพิกัดลงไปเอง
- กำหนดปรับแก้ (Geometric Collection) เป็นขั้นตอนประมวลผลและสร้างภาพตัดแก้ (Rectified Photo) โดยกำหนด Output เป็น Format ที่ต้องการได้ เช่น GeoTIFF ซึ่งสามารถนำไปใช้กับโปรแกรมอื่น ๆ เช่น Microstation ต่อไปได้
- ประกอบบรรณภาพแผนที่โดยใช้โปรแกรม IrasC/Microstation SE ซึ่งเป็นการนำไฟล์ข้อมูลภาพตัดแก้ ข้อมูลแนวสัน

เขียน ข้อมูลระดับน้ำสูงสุดของอ่าง ข้อมูลหมุดหลักเขตของอ่างเก็บน้ำ และสร้างเส้นกริด นำมาซ้อนทับกันในระวางแผนที่มาตรฐานตามต้องการ คือ มาตราส่วน 1:4,000

- ตรวจสอบแผนที่ภาพถ่ายเก่า โดยทำการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบระวางแผนที่ทุกๆระวางแผนที่และแก้ไขข้อผิดพลาดอีกครั้ง เช่น ตรวจสอบตำแหน่งของภาพให้ถูกต้องตามพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน
- พิมพ์แผนที่ โดยใช้คำสั่งการพิมพ์ IPLOT ของโปรแกรม Microstation และโปรแกรม I\_RAS C สั่งให้เครื่องพิมพ์ภาพ (Plotter) พิมพ์ลงบนแผ่นฟิล์มหรือลงบนกระดาษเคลือบมัน (Glossy) พร้อมบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ตามมาตราส่วนที่ต้องการ และ ส่งให้ผู้ใช้งาน

#### เครื่องมือและอุปกรณ์การทำแผนที่จากดาวเทียม

- เครื่องคอมพิวเตอร์ PC, RAM 512 MB, HDD 40 GB
- โปรแกรมประมวลผลภาพ PCI Geomatica OrthoEngine version 9.0
- ชุดโปรแกรม Microstation ปฏิบัติการบน WINDOWS NT ประกอบด้วย
  - Microstation SE เป็นโปรแกรมย่อยที่ใช้จัดการเกี่ยวกับข้อมูล Vector
  - I\_RAS C เป็นโปรแกรมย่อยที่ใช้จัดการเกี่ยวกับข้อมูลภาพ Raster
  - MGE Grid Generation เป็นโปรแกรมย่อยที่ใช้จัดการเกี่ยวกับการสร้างพิกัดกริด
- เครื่องวาดภาพ (Plotter)

#### ข้อควรระวัง

1. เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีราคาแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลรายละเอียดสูงจะมีราคาแพง ต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2. สำหรับข้อมูลภาพดาวเทียมโดยทั่วไปมีความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้น 2 ชนิด ได้แก่

2.1 ความผิดเพี้ยนเชิงรังสี (Radiometric distortions) คือ ความผิดเพี้ยนใดๆ ที่เป็นผลมาจากพลังงานรังสีที่สะท้อน หรือเปล่งออกจากวัตถุเป้าหมาย และพลังงานรังสีที่ระบบบันทึกข้อมูล (sensor) วัดได้ ความผิดเพี้ยนอาจลดทอนลงได้ด้วยวิธีที่เรียกว่าการปรับแก้เชิงรังสี (Radiometric correction)

2.2 ความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิต (Geometric distortions) คือความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจาก อุปกรณ์บันทึกข้อมูล การทรงตัวของดาวเทียม ความสูงต่ำของพื้นผิว ความบิดเบี้ยวนี้อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีที่เรียกว่าการแปลงเชิงเรขาคณิต (Geometric transformations) หรือเรียกโดยทั่วไปว่าการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)

โดยทั่วไปข้อมูลภาพดาวเทียมจะมีการผ่านกระบวนการแก้ไขความผิดเพี้ยนเหล่านี้มาบ้าง การใช้ประโยชน์จากข้อมูลภาพบางงานที่ต้องการความถูกต้องสูง โดยเฉพาะข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง ก็จะต้องมีการปรับแก้ความผิดเพี้ยนต่าง ๆ นี้อีกครั้งเพื่อให้มีความถูกต้องได้ตรงตามความต้องการใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 6.3 การปรับปรุงแก้ไขแผนที่ลายเส้น

#### ลักษณะของงาน

การปรับปรุงแก้ไขแผนที่ลายเส้น โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

#### เตรียมงานเบื้องต้น

- กำหนดจุดควบคุมภาพ โดยการกำหนดและรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points หรือ GCPs) ลงบนภาพ ด้วยการนำเข้า GCPs แบบ Manual ซึ่งเป็นการเลือกจุดในภาพแล้วใส่ค่าพิกัดลงไปเอง
- กำหนดขอบเขตโครงการลงบนแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- จัดหาข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายหรือรหัสของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ข้อมูลภาพดาวเทียมให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่โครงการ

#### การดำเนินงานในสนาม

##### การจำแนกรายละเอียดและนามศัพท์

- เพื่อจำแนกประเภทรายละเอียดและรายละเอียดเฉพาะของลักษณะภูมิประเทศและสิ่งก่อสร้างต่างๆที่ปรากฏหรือไม่ปรากฏในภาพถ่าย แต่มีความจำเป็นที่จะต้องแสดงไว้ในแผนที่ภูมิประเทศ เช่น หมู่บ้าน ถนน ทางรถไฟ ลำน้ำ ไร่ นา สวน ฯลฯ

ตลอดจนอาคารที่สำคัญๆของทางราชการ รายละเอียดในภูมิประเทศอาจเปลี่ยนแปลงไป จึงจำเป็นต้องไปหาข้อมูลจริงมาใช้ ประกอบในการลงรายละเอียดในแผนที่

- เลือกภาพถ่ายที่เป็นภาพถ่ายเลขที่ เพื่อใช้ในการสำรวจ กันเขตภาพถ่ายด้านข้าง (Overlap) และด้านบนและล่าง (Sidelap) จากรายละเอียดของภาพถ่ายที่เป็นรายละเอียดที่เดียวกันของแต่ละแนวกว้างทั้งด้านบนและด้านล่าง พร้อมทั้งลงหมายเลขภาพด้านบนและด้านล่างไว้ด้วย

- ตัดกระดาษแก้วฝ้า ( Overlay ) ให้มีขนาดเท่าภาพถ่ายทางบกบนภาพถ่ายแล้วใช้กระดาษกาวยึดระหว่างกระดาษแก้วฝ้ากับภาพถ่ายทางด้านซ้ายมือเพียงด้านเดียว ให้สามารถเปิดดูรายละเอียดของภาพถ่ายได้

- คัดลอกเส้นแนวขอบที่ได้กันเขต Overlay และ Side lap บนกระดาษแก้วฝ้าด้วยหมึกสีดำ พร้อมกับเขียนชื่อโครงการ หมายเลขแนวกว้าง หมายเลขภาพถ่าย ทิศทางของภาพถ่าย ชื่อผู้สำรวจ วัน เดือน ปี ที่ทำการสำรวจ

- ใช้แผนที่ : 50,000 เป็นเครื่องชี้ในการเข้าไปในภูมิประเทศที่ตรงกับภาพถ่ายบริเวณที่จะจำแนกประเภทรายละเอียดและนามศัพท์ หรือเลือกตั้งต้นจากชุมชนใหญ่ เช่น จังหวัด อำเภอ หรือตลาด ฯลฯ สอบถามข้อมูล

- สำรวจเพิ่มเติมสำหรับรายละเอียดภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลง และเกิดขึ้นใหม่ หรือมีการก่อสร้างหลังจากการบินถ่ายภาพ การเก็บรายละเอียดนี้สามารถทำได้ด้วยวิธีการสำรวจ ที่มีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง ไม่เกิน 1 มม. ตามมาตราส่วนภาพถ่าย

- การใช้รหัส และสีของรายละเอียด

**การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนที่ลายเส้น**

- การนำเข้าข้อมูล นำข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรี เข้าสู่ระบบการจัดการแผนที่ เนื่องจากรูปแบบของแฟ้มข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีเป็น Geotif แผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีจะถูกจัดวางในตำแหน่งพิกัดที่ถูกต้องโดยอัตโนมัติ

- เขียนรายละเอียดภูมิประเทศโดยวิธีดิจิทัล ได้แก่ ถนน อาคาร สิ่งปลูกสร้าง การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมประกอบเพิ่มเติมรายละเอียดที่เกิดขึ้นใหม่ และปรับแต่งแก้ไขรายละเอียดแผนที่ (Edit line map) ใช้สัญลักษณ์ตามแบบที่สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยากำหนด และลงนามศัพท์ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

- สแกนแผนที่เก่าและทำ Georeference ให้เป็น Geotif

- ดิจิทัล เส้นชั้นความสูงจากแผนที่เก่า รวมทั้งจุดระดับ (Spot height)

- ประกอบระวางแผนที่ การประกอบระวางแผนที่ คือการนำไฟล์ข้อมูลไฟล์ทั้งหมดคือ ไฟล์ เส้นชั้นความสูงที่มีเลขกำกับเส้น ไฟล์ spot height ไฟล์ข้อมูลน้ำที่แก้ไขแล้ว ไฟล์ข้อมูลรายละเอียด บ้าน ถนน ขอบเขตการใช้ที่ดิน ทำการเปิดไฟล์เหล่านี้มาซ้อนทับกันหรือ Reference file โดยการสร้างไฟล์ใหม่ขึ้นมาแล้วเขียนขอบระวางมาตรฐาน T 1 ของสำนักสำรวจฯ

- การตรวจสอบแผนที่ลายเส้น (Checking the Line Map) ทำการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบระวางแผนที่และแก้ไขข้อผิดพลาดอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดที่ต้องตรวจสอบดังนี้

- 1.ตรวจสอบ แก้ไข รูปแบบ สัญลักษณ์ รายละเอียด
- 2.ตรวจสอบ แก้ไข ชื่อนามศัพท์ ที่ไม่ถูกต้อง
- 3.ตรวจสอบ แก้ไข การทับซ้อนของรายละเอียดแผนที่
- 4.ตรวจสอบ แก้ไข ความสัมพันธ์ของเส้นชั้นความสูงกับจุดระดับที่ไม่สอดคล้องกัน
- 5.ตรวจสอบ แก้ไขการเชื่อมต่อ รายละเอียดแผนที่ ระหว่างระวางแผนที่ที่มีพื้นที่ติดต่อกัน
- 6.ตรวจสอบแก้ไขความถูกต้องของรายละเอียดขอบระวางแผนที่

- การพิมพ์แผนที่ลายเส้น พิมพ์แผนที่ที่เป็นไฟล์ข้อมูลดิจิทัล ลงบนกระดาษ ไมโครเทรต ด้วยเครื่องวาดภาพ (Plotter) เป็นแผนที่กระดาษ (Hard copy) พร้อมบันทึกลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ตามมาตราส่วนที่กำหนด ส่งให้แก่ผู้ใช้งาน

**เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขแผนที่ลายเส้น**

- เครื่องคอมพิวเตอร์ PC

- ส่วนชุดคำสั่ง (Software) ประกอบด้วย

- โปรแกรม Microstation ปฏิบัติการบน UNIX และ WINDOWS NT

- โปรแกรม I/RAS C

- โปรแกรม Arc View

- โปรแกรม AutoCAD Land Development

- เครื่องวาดภาพ (Plotter)

#### ข้อควรระวัง

1. การดิจิทัลไลซ์รายละเอียด เช่น ถนน ลำน้ำ ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อจะได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง
2. ลงรายละเอียด และนามศัพท์ ตามที่สำรวจมาจากภาคสนามให้ครบถ้วน
3. ปรับแก้เส้นชั้นความสูงให้สอดคล้องกับรายละเอียดที่เกิดขึ้นใหม่
4. ตรวจสอบข้อมูลที่น่ามาใช้ว่าอยู่บนพื้นฐานเดียวกันหรือไม่

## 7. มาตรฐานงาน

| ลำดับ<br>ที่ | ประเภทงาน                                                                                                                                                       | มาตรฐาน<br>การปฏิบัติงาน            | อัตรากำลัง                                                                                                                                                                                                                                        | ปริมาณงาน/<br>เดือน                | มาตรฐาน<br>ความถูกต้อง                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | การเตรียมงานเบื้องต้น<br>1.1 ทำประมาณการ ตรวจสอบ จัดหาข้อมูลภาพถ่ายทาง<br>อากาศและข้อมูลภาพถ่ายเทียม<br><br>1.2 กำหนดจุดบังคับภาพถ่าย                           | 1 ชม./ ตร.กม.<br><br>15 นาที / ภาพ  | 1<br>(นักวิชาการแผน<br>ที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)<br><br>1<br>(นักวิชาการแผน<br>ที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)                                                                                                                                              | 20 โครงการ<br><br>560 ภาพ          | - ได้ข้อมูลที่ ครบถ้วน<br>ถูกต้อง รวดเร็ว<br><br>- ได้จุดบังคับภาพถ่ายที่<br>ถูกต้องตามหลักการกำหนด<br>จุดบังคับภาพถ่าย                                                                                                |
| 2            | การสำรวจภาคสนาม<br>2.1 สำรวจแนว วัดมุม วัดระยะ วัดระดับ โยงค่าพิกัดและ<br>ระดับตามจุดบังคับภาพถ่ายที่กำหนดในขอบเขตโครงการ<br><br>2.2 จำแนกรายละเอียดและนามศัพท์ | 1 วัน / ตร.กม.<br><br>2 ชม./ ตร.กม. | 4<br>(นักวิชาการแผน<br>ที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ 2 คน<br>นายช่างสำรวจ 6<br>จำนวน 1 คน<br>ช่างสำรวจชั้น 3<br>จำนวน 1 คน)<br><br>4<br>(นักวิชาการแผน<br>ที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ 2 คน<br>นายช่างสำรวจ 6<br>จำนวน 1 คน ช่าง<br>สำรวจชั้น 3<br>จำนวน 1 คน) | 120<br>ตร.กม.<br><br>420<br>ตร.กม. | - ถูกต้องตามเกณฑ์งานของ<br>สำนักสำรวจฯ<br><br>- การสำรวจรายละเอียด<br>เพิ่มเติม มีความคลาดเคลื่อน<br>ทางตำแหน่งไม่เกิน 1 มม.<br>ตามมาตราส่วนภาพถ่าย                                                                    |
|              | 2.3 ตรวจสอบ ควบคุมการสำรวจจุดบังคับภาพถ่าย<br>คำนวณงานวงรอบ และสายระดับที่สำรวจ                                                                                 | 1/2ชม<br>./ ตร.กม.                  | 1<br>(นักวิชาการแผน<br>ที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)                                                                                                                                                                                                    | 420<br>ตร.กม.                      | - จุดบังคับทางราบ 1/5.000<br>-จุดบังคับทางตั้ง ± ไม่เกิน<br>12มม. /กม.                                                                                                                                                 |
| 3            | การผลิตแผนที่ภูมิประเทศ (แผนที่ลายเส้นเชิงเลข)<br>3.1 การผลิตแผนที่ลายเส้นเชิงเลข มาตรฐานส่วน 1: 4,000<br>เส้นชั้นความสูง 0.25 0.5 และ 1 เมตร                   | 1 วัน/ 1 ตร.<br>กม.                 | 5<br>(นักวิชาการแผน<br>ที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)                                                                                                                                                                                                    | 100 ตร.กม.                         | - ทางตำแหน่ง ร้อยละ 90<br>ของจุดที่ตรวจสอบ จะต้อง<br>มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1<br>มม. บนแผนที่<br>- ทางระดับร้อยละ 90 ของ<br>จุดที่ตรวจสอบจะต้องมี<br>ความคลาดเคลื่อน ไม่เกิน<br>ครึ่งหนึ่งของช่วงเส้นชั้น<br>ความสูง |

|   |                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                                                                     |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 3.2 การผลิตแผนที่ลายเส้นเชิงเลข มาตรฐาน 1: 10,000<br>เส้นชั้นความสูง 1 เมตร                                                                                               | 3 ชม./ตร.กม.                                         | 1<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)                                                                                                                                          | 50 ตร.กม.                                    | - ทางตำแหน่ง ร้อยละ 90<br>ของจุดที่ตรวจสอบ จะต้อง<br>มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1<br>มม. บนแผนที่<br>- ทางระดับร้อยละ 90 ของ<br>จุดที่ตรวจสอบจะต้องมี<br>ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน<br>ครึ่งหนึ่งของช่วงเส้นชั้น<br>ความสูง                                                                                             |
|   | 3.3 การผลิตแผนที่ลายเส้นเชิงเลข มาตรฐาน 1:10,000<br>โดยใช้ข้อมูลภาพออร์โธรี และเส้นชั้นความสูง ของ<br>กระทรวงเกษตรและสหกรณ์                                               | 1 ชม. / ตร.<br>กม.                                   | 3<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ 1 คน<br>ช่างเขียนชั้น 3<br>จำนวน 1 คน<br>ช่างสำรวจชั้น 3<br>จำนวน 1 คน)                                                                   |                                              | - ทางตำแหน่ง ร้อยละ 90<br>ของจุดที่ตรวจสอบ จะต้อง<br>มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน<br>1 มม. บนแผนที่<br>- ทางระดับร้อยละ 90 ของ<br>จุดที่ตรวจสอบจะต้องมี<br>ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน<br>ครึ่งหนึ่งของช่วงเส้นชั้น<br>ความสูง                                                                                             |
| 4 | การผลิตแผนที่ภาพ<br>4.1 การผลิตแผนที่ภาพถ่ายตัดแก้เชิงเลข<br><br>4.2 การผลิตแผนที่ภาพออร์โธเชิงเลข<br><br>4.3 การผลิตแผนที่ภาพจากดาวเทียมรายละเอียดสูง<br>มาตรฐาน 1:4,000 | 2 ชม./ตร.กม.<br><br>3 ชม./ตร.กม.<br><br>1 ชม./ตร.กม. | 1<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)<br><br>1<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)<br><br>3<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ 1 คน<br>นายช่างสำรวจ 6<br>จำนวน 2 คน) | 70 ตร.กม.<br><br>50 ตร.กม.<br><br>420 ตร.กม. | - เกณฑ์การยอมรับทางราบ<br>0.5 มม. ที่มาตรฐานแผนที่<br><br>- เกณฑ์การยอมรับทางราบ<br>0.5 มม. ที่มาตรฐานแผนที่<br>- เกณฑ์การยอมรับทางตั้ง<br>ความคลาดเคลื่อนต้องไม่<br>เกินครึ่งหนึ่งของช่วงต่าง<br>เส้นชั้นความสูง<br>- เกณฑ์การยอมรับทางราบ<br>ของการตัดแก้ภาพถ่ายดาวเทียม<br>รายละเอียดสูงประมาณ<br>8 - 10. เมตร |
| 5 | การปรับปรุงแก้ไขแผนที่ลายเส้น                                                                                                                                             | 2 ชม./ตร.กม.                                         | 1<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)                                                                                                                                          | 70 ตร.กม.                                    | - ทางตำแหน่ง ร้อยละ 90<br>ของจุดที่ตรวจสอบ จะต้อง<br>มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน<br>1 มม. บนแผนที่<br>- ทางระดับร้อยละ 90 ของ<br>จุดที่ตรวจสอบจะต้องมี<br>ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน<br>ครึ่งหนึ่งของช่วงเส้นชั้น<br>ความสูง                                                                                             |
| 6 | การตรวจสอบความถูกต้องแผนที่ให้ได้ตามเกณฑ์<br>มาตรฐาน                                                                                                                      | ½ ชม./ ตร.<br>กม.                                    | 2<br>(นักวิชาการแผนที่ภาพถ่าย<br>ชำนาญการ)                                                                                                                                          | 560 ตร.กม.                                   | - ได้แผนที่ที่มีความถูกต้อง<br>สมบูรณ์                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7 | การพิมพ์แผนที่                                                                                                                                                            | 15 นาที /<br>ระวาง                                   | 1<br>(นายช่างสำรวจ 6)                                                                                                                                                               | 560 ระวาง                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

3. แผนปฏิบัติการแผนปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนราชการที่มาจากภายนอก มีระดับติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานดังนี้

1. ติดตามและประเมินผลตามตัวชี้วัด : ร้อยละของ โครงการด้านสิ่งแวดล้อมที่ มีแผนการติดตามประเมินผลตามตัวชี้วัด

2. รายงานการปฏิบัติงานประจำปี

**รายงานการปฏิบัติงาน**  
**ส่วนราชการที่มาจากภายนอก**  
**เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552**

| ที่ | ชื่อโครงการ                        | จังหวัด | มาตรการ   | ชนิดแผน | ปี     | ร้อยละ  |         |         |         |         |         |         | รวม |
|-----|------------------------------------|---------|-----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
|     |                                    |         |           |         |        | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ |     |
| 1   | พัฒนาและปรับปรุงระบบการให้บริการ   | -       | -         | -       | -      | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | 97% |
| 2   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | นครปฐม  | 1 : 4,000 | สถานี   | 16,250 | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 3   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 5,000  | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 4   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 5,000  | -       | -       | -       | -       | 40%     | -       | -       |     |
| 5   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 6,000  | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 6   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 6,000  | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 7   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 1,900  | -       | -       | -       | -       | 60%     | -       | -       |     |
| 8   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 2,000  | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 9   | สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย | จังหวัด | 1 : 4,000 | สถานี   | 6,900  | -       | -       | -       | -       | 60%     | -       | -       |     |

| ที่ | ชื่อโครงการ                  | จังหวัด | มาตรการ    | ชนิดแผน | ปี      | ร้อยละ  |         |         |         |         |         |         | รวม |
|-----|------------------------------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
|     |                              |         |            |         |         | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ | โครงการ |     |
| 10  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 2,000   | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 11  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 2,000   | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 12  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 15,200  | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 13  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 7,200   | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 14  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 7,000   | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 15  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 4,000   | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 16  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 70,000  | -       | -       | -       | -       | 70%     | -       | -       |     |
| 17  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 40,000  | -       | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       |     |
| 18  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 65,720  | 20%     | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       |     |
| 19  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 123,125 | 20%     | -       | -       | -       | -       | -       | -       |     |
| 20  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 1,350   | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 21  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 4,000  | สถานี   | 19,600  | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |
| 22  | โครงการพัฒนาระบบการให้บริการ | จังหวัด | 1 : 10,000 | สถานี   | 750,000 | -       | -       | -       | -       | 20%     | -       | -       |     |

## 9. เอกสารอ้างอิง

- คณะทำงานปรับปรุงวิธีปฏิบัติงานสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศ สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา 2548 โครงการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การสำรวจภูมิประเทศและสำรวจธรณีวิทยาในงานชลประทาน กรุงเทพมหานคร: สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน
- วิศวกรรมศาสตร์, คณะ 2551 โครงการปรับปรุงระบบการจัดการข้อมูลทำแผนที่ภาพถ่ายและภาพดาวเทียม (ระยะที่ 1, 2 ) กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นายโยชิน รวยพงษ์ 2544 การทำแผนที่ลายเส้นจากภาพถ่ายทางอากาศระบบดิจิทัล โครงการบรรเทาอุทกภัย อำเภอลำลูกเกด จังหวัดสงขลา กรุงเทพมหานคร สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน
- นางพรทิภา พันทอง 2549 การผลิตแผนที่ภาพจากดาวเทียม IKONS – 2 มาตราส่วน 1:4,000 โครงการเขื่อนกัวคองมา จังหวัดลำปาง กรุงเทพมหานคร สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน