

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

หลักการและทฤษฎี จากหนังสือสำรวจ1 ของดำเนิน คงพาและหนังสือวิศวกรรมสำรวจของผศ.รังสรรค์ วงษ์บุญ

#### 2.1 หลักการ

การทำระดับ (Leveling) หมายถึง การหาความแตกต่างของความสูงระหว่างจุดที่อยู่ห่างกัน แล้วนำเอาค่าความสูงดามาเปรียบเทียบกัน โดยถือเอาระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นผิวโลกเป็นหลัก

#### 2.2 คำจำกัดความที่เกี่ยวกับงานระดับ

2.2.1 หมุดหลักฐาน ( Bench Mark ) ใช้คำย่อว่าบีเอ็ม (B.M.) เป็นหมุดที่ทราบค่าพิกัดหรือความสูง หรือทั้งพิกัดและความสูง เมื่อเทียบกับเกณฑ์อ้างอิงจากระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นผิวโลก ปกติหมุดนี้จะปักไว้ตรงจุดที่เห็น ได้ชัดหมุดหลักฐานนี้เรียกว่า หมุดหลักฐานถาวร (Permanent B.M.) จะสร้างขึ้นอย่างถาวรโดยมีฐานรากเพื่อป้องกันการทรุดตัว แต่ถ้าเป็นหมุดหลักฐานชั่วคราว ( Temporary B.M.) จะทราบระดับหรือพิกัด หรือ ทั้งสองอย่าง มักจะสร้างขึ้นอย่างง่าย ๆ เพื่องานเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง เช่น ดอกหมุดเข้ากับโคนต้นไม้ ฐานเสาไฟ กำแพง บันได หลังท่อ เป็นต้น

2.2.2 ระดับน้ำทะเลปานกลาง ( Mean Sea Level = M.S.L. หรือ ร.ท.ก. ) เป็นการบันทึกค่ารายเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลปานกลาง ณ ที่แห่งหนึ่งเป็นระยะเวลานานประมาณ 18-19 ปีผลเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลปานกลางที่ได้สมมติให้มีค่าเท่ากับ 0.00 เรียกว่า พื้นหลักฐานการระดับใช้เปรียบเทียบหาความสูงต่ำของพื้นโลกต่อไป

2.2.3 พื้นหลักฐานการระดับ (Datum ) คือผิวระดับที่ใช้เป็นตำแหน่งที่อ้างอิงในการคำนวณเกี่ยวกับความสูง โดยยึดเอาระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นผิวโลกเป็นฐาน พื้นหลักฐานการระดับแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

(1) พื้นหลักฐานการระดับสมบูรณ์ ( Absolute Datum ) ใช้เป็นระดับมาตรฐานในการอ้างอิงสำหรับงานทั่วไป เป็นค่าระดับที่ได้จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level)

(2) พื้นหลักฐานการระดับสมมติ ( Assume Datum ) เป็นค่าระดับสมมติที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้งานในงานสำรวจ เฉพาะบริเวณงานส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถจะนำเอาไปเปรียบเทียบกับค่าระดับของบริเวณงานส่วนอื่นได้

**2.2.4 ผิวระดับ ( Level Surface )** คือพื้นผิวราบที่ขนานไปกับระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นผิวโลกทุก ๆ จุดที่อยู่บนพื้นผิวระดับจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่ากันและตั้งฉากกับเส้นดึงดูดเป็นระยะสั้น ๆ ก็จะเป็นเส้นตรงและถ้าระยะยาว ๆ ผิวระดับก็จะโค้งไปตามแนวระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นผิวโลกเมื่อมองในภาพรวม

**2.2.5 เส้นระดับ ( Level Line )** คือแนวเส้นที่อยู่ตามพื้นผิวระดับ

**2.2.6 ค่าระดับ ( Elevation )** คือค่ากำหนดความสูง เป็นค่าของระดับที่วัดในแนวดิ่ง สืบเนื่องมาจากระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นผิวโลก ดังนั้นค่าระดับจึงอาจจะอยู่เหนือหรือต่ำกว่าพื้นหลักฐานการระดับก็ได้

**2.2.7 เส้นเล็ง ( Line of Sight or Line of Collimation )** คือเส้นแนวเล็งของกล้องระดับซึ่งเป็นแนวศูนย์กลางของเลนส์ปากกล้องผ่านกับจุดตัดของเส้นสายใยเพื่อมองไปยังวัตถุ

**2.2.8 ผลต่างของงานระดับ ( Difference Level )** คือค่าที่แสดงความแตกต่างของระดับระหว่างจุด 2 จุดตามแนวดิ่งระหว่างผิวระดับทั้งสองของงาน

**2.2.9 ค่าไม้หลัง ( Back Sight )** ใช้ตัวย่อ ( B.S. ) เป็นค่าระดับที่อ่านได้ตามแนวเล็งของกล้องระดับไปยังไม้วัดระดับ ( staff, rod ) เป็นการอ่านครั้งแรกหลังจากที่ตั้งกล้องระดับหรืออ่านทวนทิศทางการเดินของงานระดับ ทุกครั้งที่มีการย้ายกล้องเพื่อนำไปหาความสูงของแกนกล้อง

**2.2.10 ความสูงระดับแกนกล้อง ( Height of Instrument )** ใช้ตัวย่อ ( H.I. ) หมายถึงความสูงของแนวเส้นเล็งของกล้องระดับถึงระดับน้ำทะเลปานกลางหรือพื้นฐานการสมมติ ( assume datum ) ดังนั้นความสูงระดับแกนกล้องระดับจึงเท่ากับค่าไม้หลัง ( B.S. ) ที่อ่านได้บวกกับค่าระดับ ( elevation )

**2.2.11 ค่าไม้หน้า ( Fore Sight )** ใช้ตัวย่อ ( F.S. ) เป็นการอ่านค่าบนไม้วัดระดับ เพื่อหาค่ากำหนดความสูงของจุดที่อ่านก่อนที่จะย้ายจุดตั้งกล้อง

**2.2.12 จุดเปลี่ยน ( Turning Point, Change Point )** ใช้ตัวย่อ ( T.P. ) คือจุดสุดท้ายที่อ่านค่าไม้หน้า ( F.S. ) ไปยังหมุดระดับ เมื่อมีการย้ายกล้องระดับเพื่อนำไปตั้ง ณ ที่ใหม่และส่องกล้องอ่านค่าระดับจากค่าไม้หลัง ( B.S. ) ณ จุดเดียวกันนั้น เพื่อหาค่าความสูงของแนวแกนกล้อง ( H.I. ) ในการส่องกล้องหาค่าระดับต่อไป ( T.P. ) ต้องเป็นจุดที่มองเห็นได้ง่ายและมีความมั่นคง อาจทำด้วยไม้ ก้อนหินขนาดใหญ่ หรือที่ดินแข็ง

**2.2.13 ค่าไม้กลาง ( Intermediate Fore Sight )** ใช้ตัวย่อ ( I.F.S. ) หรือ ( I.S. ) เป็นค่าระดับที่อ่านบนไม้วัดระดับ ( staff, rod ) ระหว่างจุดของไม้หลังกับไม้หน้า

**2.2.14 สเตชัน ( Station )** ใช้ตัวย่อ ( Sta. ) คือจุดที่ตั้งไม้ระดับเพื่อหาค่าระดับ

**2.2.15 Error Of Collimation** คือความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเอียงของแกนกล้อง

**2.2.16 สายใย ( Cross Hair หรือ Stadia )** คือเส้นใยที่ใช้เล็งที่หมาย โดยมีสายใยทางดิ่งตัดกับสายใยทางราบ สายใยกลางใช้หาค่าระดับ ส่วนสายใยบนกับสายใยล่างให้ตรวจสอบค่าระดับของสายใยกลางและหาค่าระยะทางตั้งกล้องถึงจุดที่ตั่งไม้วัดระดับ

### 2.3 รูปแบบของการทำระดับ

**2.3.1 การทำระดับวงรอบเปิด** เป็นการทำงานระดับที่ไม่ครบรูปวงรอบ คือ เริ่มต้นส่องกล้องจากระดับของหมุดหลักฐานเดิมไปยังหมุดหลักฐานใหม่เรื่อย ๆ ปกติผู้ทำระดับแบบนี้จะทำงาน 2 ครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



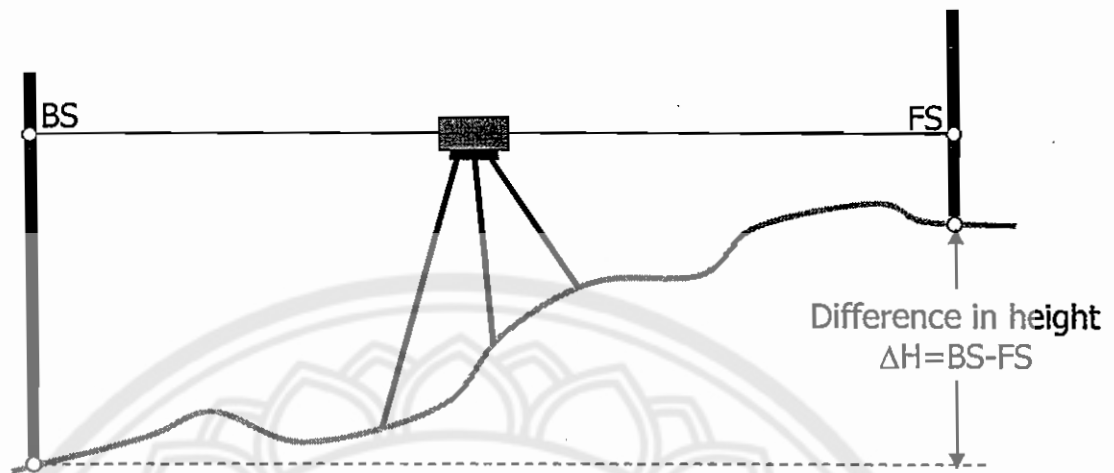
รูปที่ 2.1 การทำระดับวงรอบเปิด

**2.3.2 การทำระดับวงรอบปิด** เป็นการทำงานระดับที่ครบรูปวงรอบ คือ เริ่มต้นส่องกล้องจากระดับของหมุดหลักฐานใดก็ส่องกล้องกลับมาบรรจบหมุดหลักฐานอันเดิมนั้น จะทำให้ทราบค่าความถูกต้องในการทำงานได้ในเมื่อส่องกล้องไม้หน้า ( F.S.) เข้าหาหมุดหลักฐานเดิมแล้ว ถือว่าระดับได้เท่าเดิม



รูปที่ 2.2 การทำระดับวงรอบปิด

## 2.4 ลักษณะการตั้งกล้องในการทำระดับ



รูปที่ 2.3 การตั้งกล้องในการทำระดับ

## 2.5 การแบ่งชั้นงานระดับ

2.5.1 งานทำระดับอย่างประมาณ (Rough Levelling) เป็นการสำรวจขั้นต้น (Preliminary Survey) การแบ่งระยะไม้หน้า (B.S.) กับไม้หลัง (F.S.) เป็นไปโดยประมาณ อาจไม่เท่ากันก็ได้ ตั้งระยะได้ไกลถึง 300 เมตร ความผิดพลาดของงานระดับให้ผัดได้ไม่เกิน 6 25 ม.ม. เมื่อ K คือระยะทางเป็นกิโลเมตร สายงานระดับมีระยะทางไม่เกิน 45 กิโลเมตร จัดเป็นงานชั้นที่ 4

2.5.2 งานทำระดับธรรมดา (Ordinary Survey) ใช้สำหรับงานวิศวกรรมโยธา เช่น งานทางหลวงแผ่นดิน คลองส่งน้ำ ทางรถไฟ ระยะไม้หลัง (B.S.) กับไม้หน้า (F.S.) แบ่งให้เท่ากันโดยประมาณ ใช้ระยะประมาณ 150 - 200 เมตร จุดเปลี่ยนกล้อง (T.P.) ต้องเป็นจุดที่มั่นคง ความผิดพลาดของงานระดับให้ผัดได้ไม่เกิน 6 12 ม.ม. เมื่อ K คือระยะทางเป็นกิโลเมตร สายงานระดับมีระยะทางไม่เกิน 40 กิโลเมตร จัดเป็นงานชั้นที่ 3

2.5.3 งานระดับชั้นดีเยี่ยม (Excellent Levelling) เป็นงานที่ต้องการความละเอียด เช่น การสร้างหมุดหลักฐานถาวร (B.M.) การอ่านค่าระดับต้องทำด้วยความระมัดระวัง ระยะ B.S. กับ F.S. แบ่งให้เท่ากันโดยวิธีนับก้าว ใช้ระยะประมาณ 100 เมตร การตั้งกล้อง, ไม้วัดระดับ และ T.P. จะตั้งในที่ดินแข็ง ความผิดพลาดของงานระดับให้ผัดได้ไม่เกิน 6 8 ม.ม. เมื่อ K คือระยะทางเป็นกิโลเมตร สายงานระดับมีระยะทางไม่เกิน 30 กิโลเมตร จัดเป็นงานชั้นที่ 2

2.5.4 งานทำระดับอย่างละเอียด (Precise Levelling) เป็นงานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น งานสร้างหมุดฐาน B.M. เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับขยายงานไปในบริเวณที่กว้างใหญ่ ต้องมีการปรับแก้งานทุกวัน ระยะ B.S. กับ F.S. แบ่งให้เท่ากันโดยใช้โซ่หรือเทป ใช้ระยะไม่เกิน 100

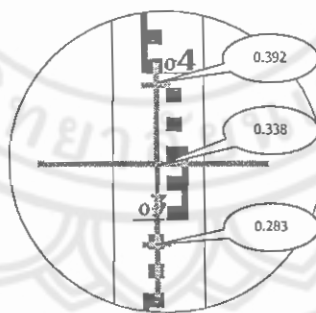
เมตร อ่านค่าระดับจากสายไข 3 สาย ไม้วัดระดับตั้งให้ได้ตั้ง โดยติดระดับน้ำตาไ้ก่ล้องระดับ ต้องการรุ่ม T.P. ทำโดยโลหะเป็นแท่งหรือเป็นแผ่น ความผิดพลาดของงานให้ผิดได้ไม่เกิน 64 ม.ม. เมื่อ K คือระยะทางเป็นกิโลเมตร สายงานระดับตอนหนึ่งจะมีระยะทางไม่เกิน 30 กิโลเมตร จัดเป็นงานชั้นที่ 1

## 2.6 การทำระดับสามสายไข ( Three Wire Leveling )

การทำระดับในงานที่ต้องการความละเอียดสูง การใช้วิธีทำระดับสายไขสามสายเพราะการอ่านค่าของสายไขกลางเส้นเดียวเป็นการประมาณด้วยสายตาเท่านั้น การทำระดับสามสายไขคือต้องอ่านค่าสายไขทั้งสามเส้นหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้ถือว่าเป็นผลลัพธ์ที่ถูกต้อง แต่การอ่านค่าสายไขทั้งสามเส้นจะต้องระมัดระวังปรับระดับฟองน้ำและตรวจสอบทุกครั้งก่อนอ่านค่าระดับทั้งสามเส้น

การอ่านค่าระดับแต่ละครั้งตรวจสอบได้จากการเปรียบเทียบระหว่างผลต่างของสายไขสายไขบนกับสายไขกลาง และสายไขกลางกับสายไขล่าง ผลต่างทั้งสองค่าจะต้องมีค่าเท่ากับหรือมีค่าความคลาดเคลื่อนต่างกันได้ประมาณ 0.20 ซม. ถ้าต่างกันมากกว่านี้ต้องอ่านใหม่

การจดบันทึกค่าที่อ่านได้จากเส้นสายไขทั้ง 3 สามเส้นจะช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านค่าบนไม้ระดับได้เป็นอย่างดี ข้อดีก็คือช่างสำรวจสามารถทำงานได้ละเอียดขึ้น โดยใช้กล้องระดับชนิดธรรมดาทั่ว ๆ ไป การอ่านค่าจากไม้ระดับต้องประมาณให้ได้ถึงระดับ 1/1000 หรือทศนิยมตำแหน่งที่ 3 กรณีนี้ควรใช้ไม้ระดับอินวาร์ (Invar Staff) ซึ่งเป็นไม้ระดับชนิดพิเศษ แต่อย่างไรก็ตามก่อนนำไปใช้งานจะต้องตรวจสอบความถูกต้องเสียก่อน



$$(\text{สายไขบน} - \text{สายไขกลาง}) - (\text{สายไขกลาง} - \text{สายไขล่าง}) \leq 2 \text{ มม.}$$

รูปที่ 2.4 การอ่านสามสายไข

## 2.7 การคำนวณปรับแก้ค่าคลาดเคลื่อน

การทำงานระดับ การสำรวจจะต้องเข้าบรรจบกับหมุดที่ทราบค่าระดับ แต่ถ้าหากไม่ทราบค่าก็ต้องสำรวจกลับไปเปรียบเทียบกับหมุดเดิม และหากตรวจสอบแล้วจะเห็นว่ามีความ

คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้จะมีเกณฑ์กำหนดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนหรือค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเกินกว่าค่าที่กำหนดจะต้องทำใหม่

ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Error tolerance) ค่าจะขึ้นอยู่กับระยะทางที่ทำการสำรวจ การปรับแก้ค่าที่เข้าบรรจบเป็นวงรอบจะขึ้นอยู่กับระยะทางและสัมพันธ์กับจำนวนครั้งของการตั้งกล้อง

การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะทาง ถ้าระยะทางมาก ความคลาดเคลื่อนยิ่งมาก ค่าปรับแก้ยิ่งมากไปด้วย

$$\text{ค่าปรับแก้} = \frac{\text{ระยะทางสะสมที่ผ่านมาระหว่างหมุด}}{\text{ระยะทางทั้งหมด} \times \text{ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น}}$$

หรือ

$$\text{ค่าปรับแก้} = \frac{\text{ระยะระหว่างหมุด} \times \text{ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น}}{\text{ระยะทางทั้งหมด}}$$

## 2.8 ข้อกำหนดในการทำระดับของอเมริกา

จากหนังสือ วิชาการสำรวจ ของบรรยง ทรัพย์สุขอำนวย ได้สรุปเนื้อหาของข้อกำหนดในการทำระดับไว้ดังนี้

เนื่องจากปัจจุบันนี้มีการกำหนดความผิดพลาดที่ยอมรับได้ และข้อกำหนดในการปฏิบัติการถ่ายระดับใหม่โดยหน่วยงานในสหรัฐ คือ Federal Geodetic Control Committee (FGCC) กำหนดโดย NOAA ในปี ค.ศ. 1984 ข้อกำหนดมาตรฐานของหมุดบังคับแนวดิ่ง (Specification) เป็นการกำหนดมาตรฐานการทำระดับครั้งที่ 4 ของอเมริกา

### 2.8.1 รูปแบบทางเรขาคณิตของโครงข่ายระดับ (Network Geometry)

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดที่ยอมรับได้ของรูปแบบทางเรขาคณิตของโครงข่ายระดับ

| ข้อกำหนดที่ยอมรับได้<br>(Specification)                     | งานชั้นที่ 1               |          | งานชั้นที่ 2 |          | งานชั้นที่ 3 |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|--------------|----------|--------------|
|                                                             | Class I                    | Class II | Class I      | Class II |              |
| 1. ความห่างของหมุด BM ต้องไม่เกิน(กม.)                      | 3                          | 3        | 3            | 3        | 3            |
| 2. หรือเฉลี่ยระยะระหว่าง BM ต้องได้(กม.)                    | 1.6                        | 1.6      | 1.6          | 3        | 3            |
| 3. ความยาวของสายกลางระดับ(Level line)<br>จะต้องไม่เกิน(กม.) | 300                        | 100      | 50           |          |              |
|                                                             | ถ่ายไป-กลับ(Double run)    |          |              | 50       | 25           |
|                                                             | ถ่ายครั้งเดียว(Single run) |          |              | 25       | 10           |

## 2.8.2 เครื่องมือการทำระดับ(Instrumentation)

ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดที่ยอมรับของเครื่องมือการทำระดับ

| ข้อกำหนดที่ยอมรับให้<br>(Specification)           | งานชั้นที่ 1 |          | งานชั้นที่ 2 |          | งานชั้นที่ 3  |
|---------------------------------------------------|--------------|----------|--------------|----------|---------------|
|                                                   | Class I      | Class II | Class I      | Class II |               |
| a) เครื่องมือการทำระดับ (Leveling Inst.)          |              |          |              |          |               |
| 1. ค่าเบี่ยงเบนของแนวเล็ง                         | 0.25"        | 0.25"    | 0.5"         | 0.5"     | I"            |
| 2. ชนิดของ Staff                                  | IDS          | IDS      | IDS          | ISS      | Staff ไม้โลหะ |
| b) กล้องต้องอ่านได้ละเอียด (มม.)                  | 0.1          | 0.1      | ISS          | 1.0      | 1.0           |
| IDS=Invar,double scale<br>ISS= Invar,Single scale |              |          |              |          |               |
| งานชั้น 3 อาจจะใช้ 3 สายไขก็ได้                   |              |          |              |          |               |

## 2.8.3 การปรับแก้(Calibration Procedure)

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนดที่ยอมรับให้ของการปรับแก้

| ข้อกำหนดที่ยอมรับให้(Specification)                            | งานชั้นที่ 1 |             | งานชั้นที่ 2 |             | งานชั้นที่ 3 |
|----------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                                                                | Class I      | Class II    | Class I      | Class II    |              |
| a) กล้องทำระดับ                                                |              |             |              |             |              |
| 1. ความผิดของสายไข มม./ม.                                      | 0.05         | 0.05        | 0.05         | 0.05        | 0.5          |
| 2. ความผิดของสายไขที่มากที่สุดของกล้อง                         |              |             |              |             |              |
| Ni 002 ที่ใช้ Reversible Compensator มม./ม.                    | 0.02         | 0.0.2       | 0.02         | 0.02        | 0.02         |
| 3. ระยะเวลาตรวจสอบปรับแก้สายไข(วัน)                            |              |             |              |             |              |
| - Reversible Compensator                                       | 7            | 7           | 7            | 7           | 7            |
| - กล้องชนิดอื่นๆ                                               | I            | I           | I            | I           | I            |
| 4. ความแตกต่างของสายไขจากการใช้ Reversible Compensator สองหน้า | 40"          | 40"         | 40"          | 40"         | 40"          |
| b) ไม้วัดระดับ(leveling rod)                                   |              |             |              |             |              |
| 1. การปรับแก้ขีด Staff(มม.)                                    | N<br>(±0.5)  | N<br>(±0.5) | N<br>(±0.5)  | N<br>(±0.5) | N<br>(±0.5)  |
| 2. ระยะเวลาที่ตรวจสอบ(ปี)                                      | 1            | I           |              |             |              |
| 3. ความเอียงของไม้วัดระดับต้องไม่เกิน                          | 10'          | 10'         | 10'          | 10'         | 10'          |
| N = National , M = ผู้ผลิต                                     |              |             |              |             |              |

## 2.8.4 ข้อกำหนดในการปฏิบัติในสนาม(Field Procedures)

ตารางที่ 2.4 ข้อกำหนดที่ยอมให้ในการปฏิบัติในสนาม

| ข้อกำหนดที่ยอมให้<br>(Specification)                                                                                                                                          | งานชั้นที่ 1                 |                          | งานชั้นที่ 2             |                   | งานชั้นที่ 3      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                               | Class I                      | Class II                 | Class I                  | Class II          |                   |
| a) ข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องมือ                                                                                                                                                |                              |                          |                          |                   |                   |
| 1. วิธีการส่องอ่าน                                                                                                                                                            | Micro                        | Micro                    | Microหรือ<br>3wire       | 3 wire            | Center            |
| 2. การถ่ายภาพระดับในตอนการระดับ                                                                                                                                               | SRDS<br>หรือDR<br>หรือSP     | SRDS<br>หรือDR<br>หรือSP | SRDS<br>หรือDR<br>หรือSP | SRDS<br>หรือDR    | SRDS<br>หรือDR    |
| 3. ผลต่างของระยะBS,FS<br>- ค่อยการตั้งกล้อง 1 ครั้ง (ม.)                                                                                                                      | 2                            | 5                        | 5                        | 10                | 10                |
| - ค่อยตอนการระดับ(ม.)                                                                                                                                                         | 4                            | 10                       | 10                       | 10                | 10                |
| 4. ระยะจากกล้อง ไปยัง staff (ม.)                                                                                                                                              | 50                           | 60                       | 60                       | 70                | 90                |
| 5. ความสูงของสายไขจากพื้นดิน(ม.)                                                                                                                                              | 0.5                          | 0.5                      | 0.5                      | 0.5               | 0.5               |
| 6. ความผิดของการถ่ายในตอนการระดับ                                                                                                                                             | $3\sqrt{D}$                  | $4\sqrt{D}$              | $6\sqrt{D}$              | $8\sqrt{D}$       | $12\sqrt{D}$      |
| 7. ความผิดของการถ่ายในสายการระดับ                                                                                                                                             | $4\sqrt{E}$                  | $5\sqrt{E}$              | $6\sqrt{E}$              | $8\sqrt{E}$       | $12\sqrt{E}$      |
| b) การระดับส่องสายไขเดี่ยว จะต้องถ่ายไป<br>กลับให้เสร็จในครึ่งวัน                                                                                                             | ใช่                          | ใช่                      | ใช่                      | -                 | -                 |
| c) การถ่าย 3 สายไข ผลต่าง Upper<br>intercept(U-M) และ Lower<br>intercept (M-L)(มม.)                                                                                           |                              |                          | 2                        | 2                 | 3                 |
| d) Double scale rod การอ่าน Low และ High<br>scale ค่อยการตั้งกล้อง 1 ครั้งจะต้องไม่เกิน<br>- Reversible Compensator<br>Zeiss Ni 002(มม.)<br>- กล้องอื่นๆ<br>HCM Rod<br>CM Rod | 0.40<br>0.25<br>0.25<br>0.30 | 1.0<br>0.30<br>0.30      | 1.0<br>0.6<br>0.6        | 2.0<br>0.7<br>0.7 | 2.0<br>1.3<br>1.3 |
| SRDS=ถ่ายไปทิศทางเดียวแต่ขยับกล้อง 2 ครั้ง<br>DR= Double run ถ่ายไปกลับ<br>D= ระยะของตอนการระดับ(Section)<br>E= เส้นรอบวงของวงรอบปิดหรือระยะของวงรอบเปิด                      |                              |                          |                          |                   |                   |