

การรังวัดระดับ (Leveling measurement)

การรังวัดหาค่าระดับ เป็นกระบวนการสำรวจรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการวัดระยะทางตั้ง เพื่อเปรียบเทียบ หรือหาความสูงต่างของจุด 2 จุดที่อยู่ห่างไกลกัน โดยมีวิธีการต่างๆ มากมาย ตั้งแต่ การรังวัดหาค่าระดับในพื้นที่เล็กๆ ไปจนถึงการรังวัดหาค่าระดับเพื่อการอื่นๆ โดยมีความละเอียดของการรังวัดเป็นเกณฑ์ และพอที่จะอธิบายในรายละเอียดของเกณฑ์ชั้นต่างๆ ซึ่งขออ้างถึงข้อกำหนดการทำระดับของอเมริกา ที่กำหนดโดย **Federal Geodetic Control Committee 1974** ดังนี้

ข้อกำหนด	งานชั้น 1		งานชั้น 2		งานชั้น 3
	I, II	I	I	II	
1. หลักการใช้ มาตรฐานชั้นต่ำ; ความละเอียดมาก อาจใช้กับงานสำรวจที่มีวัตถุประสงค์พิเศษ	<ul style="list-style-type: none"> ใช้ทำโครงข่ายระดับของงานระดับชาติ และพื้นที่ในเมือง การทำค่าความต่างระดับของพื้นดิน การสำรวจการทรุดตัวของพื้นที่โครงการงานวิศวกรรมที่สำคัญ 	<ul style="list-style-type: none"> ใช้ทำหมุดบังคับทางตั้ง ชั้นสองของประเทศ และพื้นที่ในเมือง โครงการงานวิศวกรรมขนาดใหญ่ ตลอดจนการสำรวจการทรุดตัว 	<ul style="list-style-type: none"> ใช้กับงานวิศวกรรมในท้องถิ่น งานทำแผนที่ภูมิประเทศ และเพื่อใช้ทำงานชั้น 3 การปรับแก้จะต้องเข้ากับโครงข่ายของประเทศ 	<ul style="list-style-type: none"> ใช้ในงานเฉพาะท้องถิ่น อาจจะไม่ปรับเข้าโครงข่ายของประเทศ ใช้ในงานวิศวกรรมขนาดเล็ก ทำแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้มาตราส่วนเล็ก การศึกษาการระบายน้ำ 	
2. ความยาวของสายการระดับ <ul style="list-style-type: none"> โครงข่ายทั่วประเทศ การทำหมุดบังคับในเมือง 	<ul style="list-style-type: none"> Class I : Net A: 100 – 300 กม. Class II : Net B: 50 – 100 กม. 2 – 8 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> 0.5 – 1 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> ตามที่ต้องการ 	<ul style="list-style-type: none"> ตามที่ต้องการ 	
3. ระยะของหมุด BM	<ul style="list-style-type: none"> 1 – 3 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> 1 – 3 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> ไม่เกิน 3 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> ไม่เกิน 3 กม. 	
4. Gravity requirement	<ul style="list-style-type: none"> 0.2×10^{-3} gpu 	<ul style="list-style-type: none"> – 	<ul style="list-style-type: none"> – 	<ul style="list-style-type: none"> – 	
5. มาตรฐานของเครื่องมือ	<ul style="list-style-type: none"> Automatic หรือ Tilting ประกอบ Parallel Plate Micrometer และ Invar Staff 	<ul style="list-style-type: none"> Automatic หรือ Tilting ประกอบ Parallel Plate Micrometer หรือทำระดับแบบ 3 สายใย ประกอบ Invar Staff 	<ul style="list-style-type: none"> Geodetic level และ Invar Staff 	<ul style="list-style-type: none"> Geodetic level และ Staff ธรรมดา 	
6. วิธีปฏิบัติงานในสนาม <ul style="list-style-type: none"> ความยาวของตอนการระดับ ระยะจากกล้องไปยัง Staff 	<ul style="list-style-type: none"> ถ่ายแบบไปกลับ (double run) ในแต่ละตอนการระดับ (section) 1 – 2 กม. Class I : 50 ม. Class II : 60 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> ถ่ายแบบไปกลับ (double run) ในแต่ละตอนการระดับ (section) 1 – 2 กม. 60 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> ถ่ายแบบไปกลับ หรือไป (single run) 1 – 3 กม. สำหรับถ่ายไปกลับ 70 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> ถ่ายแบบไปกลับ หรือไป (single run) 1 – 3 กม. สำหรับถ่ายไปกลับ 90 ม. 	
<ul style="list-style-type: none"> ความแตกต่างของระยะทาง BS และ FS ในการตั้งกล้องแต่ละครั้ง 	<ul style="list-style-type: none"> Class I : 2 ม. Class II : 6 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> 5 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 ม. 	

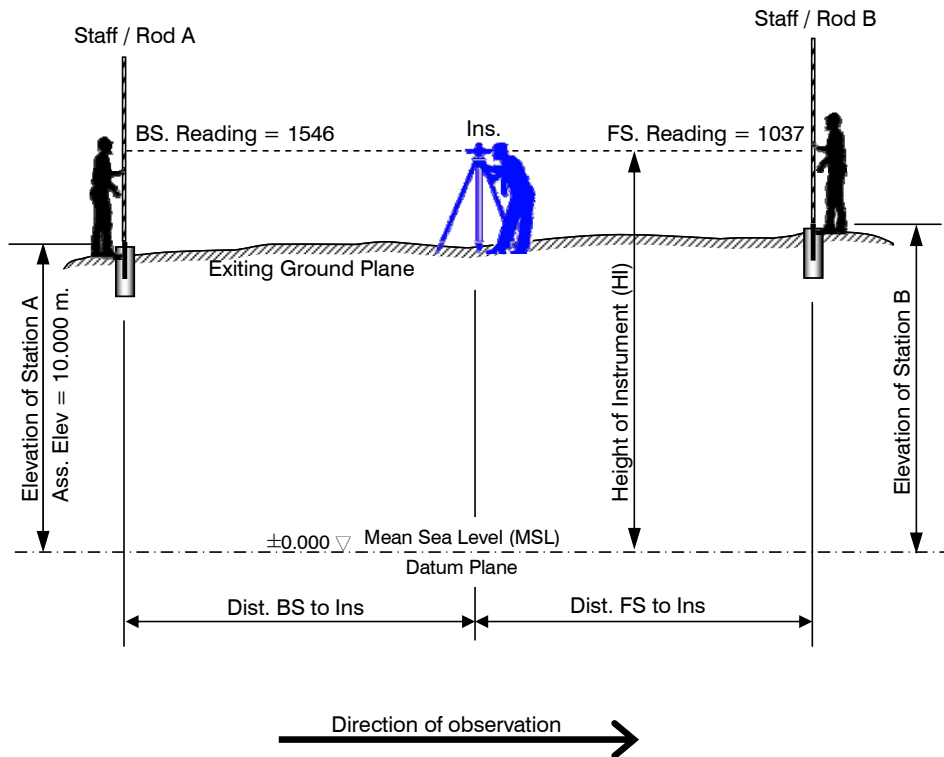
ข้อกำหนด	งานชั้น 1	งานชั้น 2		งานชั้น 3
	I, II	I	II	
<ul style="list-style-type: none"> ความแตกต่างของระยะทาง BS และ FS ในการตั้งกล้องแต่ละตอนการระดับ 	<ul style="list-style-type: none"> Class I : 4 ม. Class II : 10 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 ม. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 ม.
7. ความยาวของสายการระดับ ที่ยอมให้	<ul style="list-style-type: none"> Class I: Net A: 300 กม. Class II: Net B: 100 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> 50 กม. 	<ul style="list-style-type: none"> 50 กม. สำหรับถ่ายไปกลับ 25 กม. เฉพาะถ่ายไป 	<ul style="list-style-type: none"> 25 กม. สำหรับถ่ายไปกลับ 10 กม. เฉพาะถ่ายไป
8. ความผิดที่ยอมให้ในการเข้าบรรจบมุม <ul style="list-style-type: none"> ตอนการระดับระหว่างถ่ายไป และถ่ายกลับ สายการระดับ หรือวงรอบปิด 	<ul style="list-style-type: none"> Class I : $\pm 3\sqrt{k}$ มม. Class II : $\pm 4\sqrt{k}$ มม. Class I : $\pm 4\sqrt{k}$ มม. Class II : $\pm 5\sqrt{k}$ มม. 	<ul style="list-style-type: none"> $\pm 6\sqrt{k}$ มม. $\pm 6\sqrt{k}$ มม. 	<ul style="list-style-type: none"> $\pm 8\sqrt{k}$ มม. $\pm 8\sqrt{k}$ มม. 	<ul style="list-style-type: none"> $\pm 12\sqrt{k}$ มม. $\pm 12\sqrt{k}$ มม.

อุปกรณ์การหาระดับ (Instrument for leveling)

อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการสำรวจเพื่อหาค่าระดับควรเป็นไปดังนี้

1. กล้องระดับ (ตามเกณฑ์ของงานที่กำหนด)
2. ไม้วัดระดับ (ตามเกณฑ์ของงานที่กำหนด)
3. สมุดสนาม (ตามที่หน่วยงานกำหนดไว้)
4. เครื่องใช้สำนักงานที่จำเป็น เช่น เครื่องคำนวณ เครื่องเขียน เป็นต้น
5. อุปกรณ์เสริม เช่น ร่มกันแดด หมุดไม้ มีด ค้อน ตะปู สี แปรงทาสี หมุดเหล็ก (ตามลักษณะ และสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน)

หลักในการทำระดับ



จากภาพข้างต้น หากเราต้องการทราบค่าความต่างระหว่างหมุด 2 หมุด คือ หมุด A และหมุด B เราสามารถทำได้โดยการตั้งกล้องวัดระดับระหว่างหมุดทั้ง 2 และตั้งไม้วัดระดับที่หมุด A และหมุด B ทำการตั้งระดับของกล้อง ปรับภาพให้เห็นสายใยชัดเจน แล้วจึงปรับภาพของไม้ Staff ให้ชัดเจน แล้วทำการอ่านค่าบนไม้วัดระดับทั้ง 2 (จะเป็นแนวเดียวกันหรือไม่ก็ได้ แต่ควรจัดระยะห่างจากกล้องระดับถึงไม้วัดระดับทั้ง 2 ในขนาดที่เท่าๆ กัน หรือระยะเท่ากัน โดยมากจะใช้วิธีการประมาณด้วยการนับก้าว)

ในที่นี้จะทำการอ่านค่าที่ Staff A ก่อนหรือเรียกว่าค่า BS (backsight) เนื่องจากเป็นหมุดที่ทราบค่าระดับ หรือค่ากำหนดสูงแล้ว (จากภาพ มีค่าระดับเท่ากับ 10.000 เมตร) และอ่านค่าได้ 1546 (หรือ 1.546) แล้วจึงอ่านค่าบนไม้ Staff B หรือเรียกว่าค่า FS (foresight) ได้ค่าเท่ากับ 1037 (หรือ 1.037)

การประมวลผล หรือการคิดคำนวณ

$$\text{ค่าความต่างระดับของหมุด A และ B} = \text{BS} - \text{FS} = 1.546 - 1.037$$

$$\therefore \text{ค่าความต่างระดับของหมุด A และ B} = +0.509 \text{ m.}$$

ถ้าหากต้องการทราบค่าระดับของหมุด B จากระดับน้ำทะเลปานกลาง สามารถทำได้ดังนี้

$$\text{Elevation of B} = \text{HI} - \text{FS}$$

$$\text{เมื่อ HI} = \text{Elevation of A} + \text{BS of staff A}$$

$$\text{ดังนั้น HI} = 10.000 + 1.546$$

$$= 11.546 \text{ m.}$$

$$\therefore \text{ค่าระดับ (Elev.) ของ B} = 11.546 - 1.037$$

$$= 10.509 \text{ m.}$$

ซึ่งเราสามารถสรุปเป็นสมการ หรือสูตรการคำนวณได้คือ

$$\text{Elevation ของหมุดหน้า} = \text{Elevation ของหมุดหลัง} + (\text{BS} - \text{FS})$$

หรือ $\text{Elevation for next} = \text{HI} - \text{FS}$

$$\text{Diff in elevation}^* = \text{BS} - \text{FS}$$

* หากผลของ $\text{BS} - \text{FS}$ มีค่าเป็น + เราจะเรียกว่า **Rise** และหากผลลัพธ์มีค่าเป็น - เราจะเรียกว่า **Fall**

นอกจากนี้ เรายังอาจสรุปรูปแบบการคำนวณได้เป็น 2 วิธีด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมุดสนามที่ใช้เป็นหลัก ดังนี้

1. วิธีการคำนวณโดยใช้ความสูงของเครื่องมือ (HI leveling)
2. วิธีการคำนวณโดยใช้ค่าความต่างระดับ (Rise & Fall Leveling)

ตัวอย่างการรังวัด และการคำนวณงานระดับขั้นพื้นฐาน

ข้อควรคำนึงถึงก่อนการปฏิบัติงานในสนามทุกครั้ง คือ ควรศึกษาวิธีการ และเลือกรูปแบบของงานปฏิบัติให้เหมาะสม ก่อนลงมือปฏิบัติงานจริงทุกครั้ง เพื่อลดความซ้ำซ้อนของงาน และวางแผนการรังวัดทุกครั้งหากทำได้ ลองพิจารณาขั้นตอนต่างๆ ในเอกสารนี้ เพื่อความเข้าใจก่อนปฏิบัติงานจริง

1. ศึกษาลักษณะของภูมิประเทศ และควรทำแผนที่สังเขป



จากภาพ เป็นพื้นที่ที่ปฏิบัติงานโดยสังเขป ไม่ต้องระบุมাত্রาส่วน แล้ววางแผนการรังวัด จากสภาพจริง เพื่อความรวดเร็วของงานสนาม

2. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับงานภาคสนาม

- 2.1 กล้องระดับ
- 2.2 ไม้วัดระดับ
- 2.3 เครื่องคำนวณ
- 2.4 สมุดสนาม
- 2.5 อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น



3. เลือกรูปแบบของสมุดสนามที่ต้องการ ในที่นี้จะใช้สมุดสนามทั้ง 2 วิธี เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติจริง ผู้รังวัดควรเลือกแนวทางที่เหมาะสมกับงาน และตัวเอง

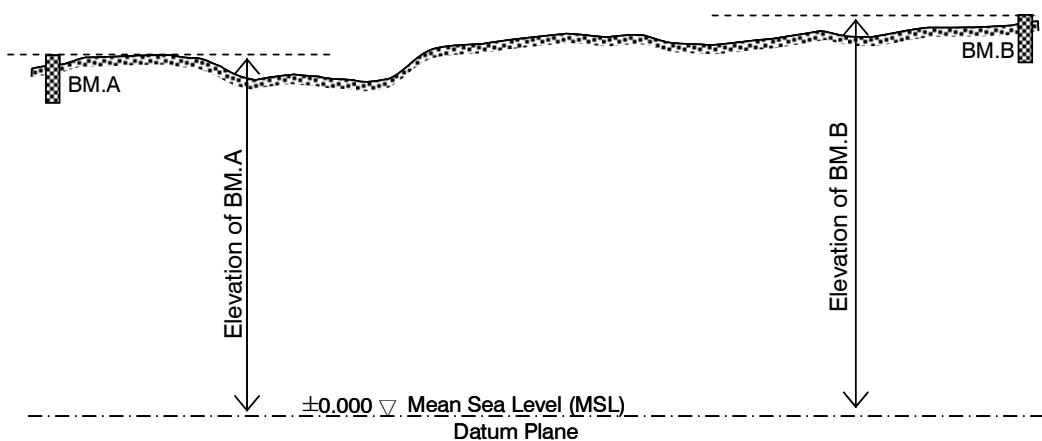
3.1 ตัวอย่างสมุดสนามแบบ HI

Ins:			Project:		
Rec:			Location:		
Rod 1:			Ins : No.		
Rod 2:			Weather :		
Comp:			Obs. Date :		
Check:			End Date :		
STA	BS	HI	FS	Elevation	Remark

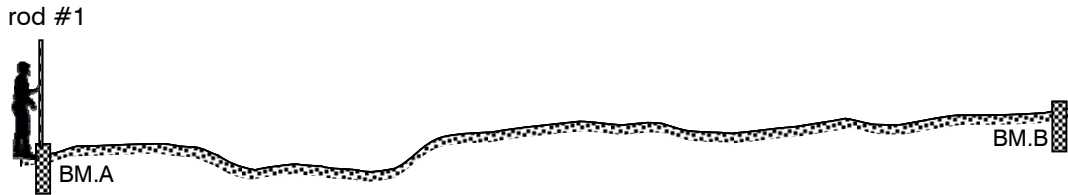
3.2 ตัวอย่างสมุดสนามแบบ Rise & Fall

Ins:			Project:			
Rec:			Location:			
Rod 1:			Ins : No.			
Rod 2:			Weather :			
Comp:			Obs. Date :			
Check:			End Date :			
STA	BS	FS	Diff in Elevation		Elevation	Remark
			Rise	Fall		

4. เริ่มทำการรังวัดระดับ (ในที่นี้ จะทำการรังวัดจาก A ไป B)



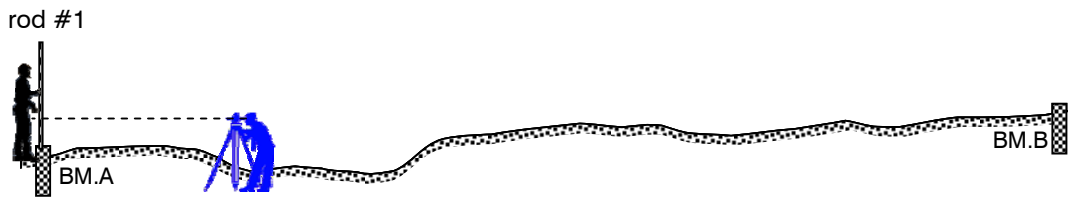
ภาพตัดแสดงลักษณะพื้นการระดับ



4.1 ภาพตัดแสดงลักษณะของพื้นที่ปฏิบัติงานสังเขป และสมมุติให้ A มีค่าระดับเท่ากับ 10.000 ม. พร้อมกับตั้งไม้วัดระดับตัวที่ 1 บนหัวหมุด BM.A

การบันทึกสมุดสนาม

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A				10.000	BM.A					10.000

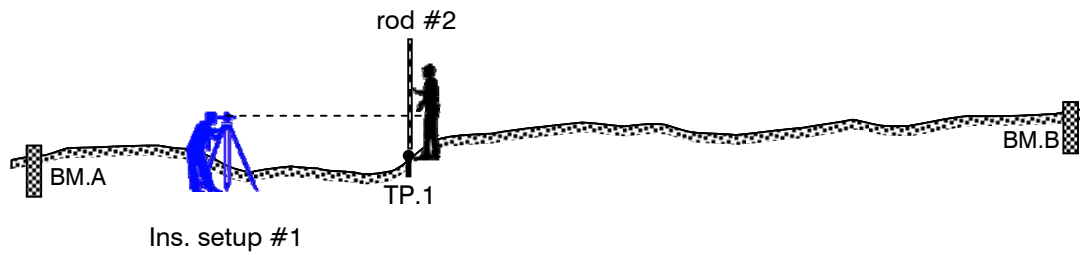


Ins. setup #1

4.2 ตั้งกล้องวัดระดับห่างจาก rod #1 พอสมควร (ไม่ควรเกินกว่ามาตรฐานกำหนด) และปรับระดับ แล้วอ่านค่าสมมุติได้ค่า 0.652 ทำการบันทึกค่าลงในคอลัมน์ BS บรรทัดเดียวกับ BM.A

การบันทึกสมุดสนาม

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652			10.000	BM.A	0.652				10.000



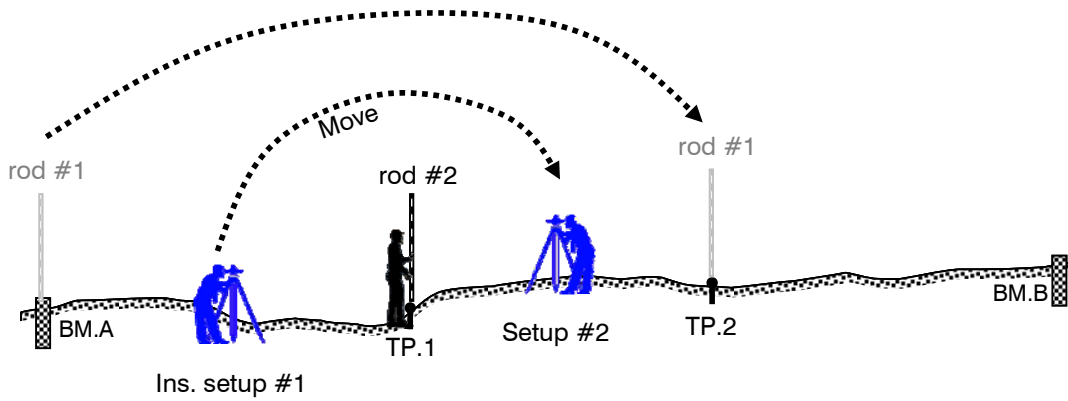
4.3 ตั้งไม้วัดระดับตัวที่ 2 บน TP.1 ห่างจากกล้องระดับประมาณเท่ากับ rod #1 แล้วหมุนกล้องระดับ ไปอ่านค่าบนไม้วัดระดับได้ 0.705 เป็นค่า FS บันทึกลงในคอลัมน์ FS บรรทัดของ TP.1

การบันทึกสมุดสนาม

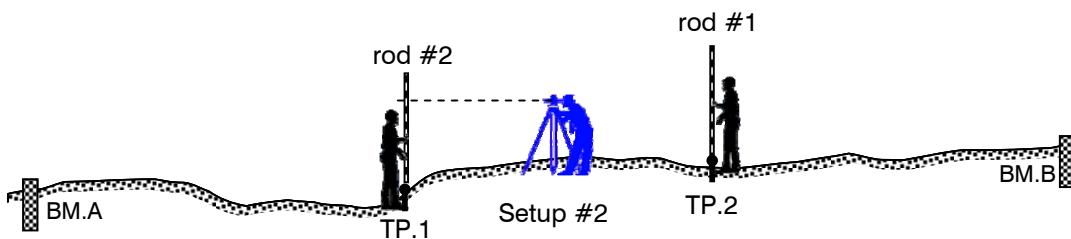
Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652			10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1			0.705		TP.1		0.705			

4.4 ผู้บันทึก ทำการคำนวณค่าระดับ ขณะที่ผู้รังวัดทำการย้ายกล้องระดับไป ณ ที่ใหม่

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
<ul style="list-style-type: none"> คำนวณหาค่า HI ซึ่งเท่ากับ Elev. + BS $HI = 10.000 + 0.652 = 10.652$ นำค่าที่ได้ใส่ลงในช่อง HI บรรทัดเดียวกับ BM.A และคำนวณหาค่าระดับที่ TP.1 = HI - FS $Elev. TP.1 = 10.652 - 0.705 = 9.947$ นำค่าที่ได้ ใส่ลงในคอลัมน์ Elev บรรทัดเดียวกับ TP.1 					<ul style="list-style-type: none"> คำนวณหาความต่างระดับ = BS - FS $Diff = 0.652 - 0.705 = -0.053$ ค่าที่ได้เป็นค่า Fall ก็นำไปใส่ในคอลัมน์ Fall ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย บรรทัดเดียวกับ TP.1 คำนวณค่าระดับของ TP.1 = Elev + [Rise or Fall] ตามเครื่องหมาย $Elev. TP.1 = 10.000 + (-0.053) = 9.947$ นำค่าที่ได้ ใส่ลงในคอลัมน์ Elev บรรทัดเดียวกับ TP.1 					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1			0.705	9.947	TP.1		0.705	-	0.053	9.947



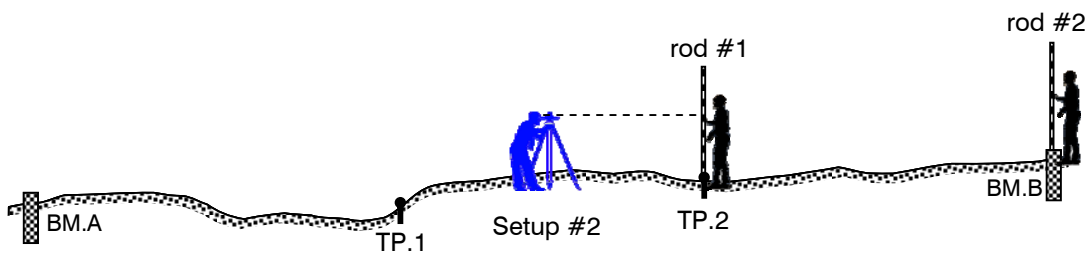
4.5 ย้ายกล้องระดับไปตั้ง ณ ที่ใหม่ ในขณะเดียวกัน ผู้ถือ rod #1 ก็ทำการวาง TP.2 โดยเลือกตำแหน่งให้สะดวก กล้องระดับมองเห็นได้ชัดเจน มีระยะห่างประมาณเท่ากับ rod #2 ถึงกล้องระดับ



4.6 เมื่อกล้องได้ระดับ ก็ให้ทำการอ่านค่าบนไม้วัดระดับ rod #2 ได้ค่า 2.254 เป็นค่า BS บันทึกลงในสมุดสนาม บันทึกคอลัมน์ BS บรรทัดเดียวกับ TP.1

การบันทึกสมุดสนาม

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1	2.254		0.705	9.947	TP.1	2.254	0.705	-	0.053	9.947



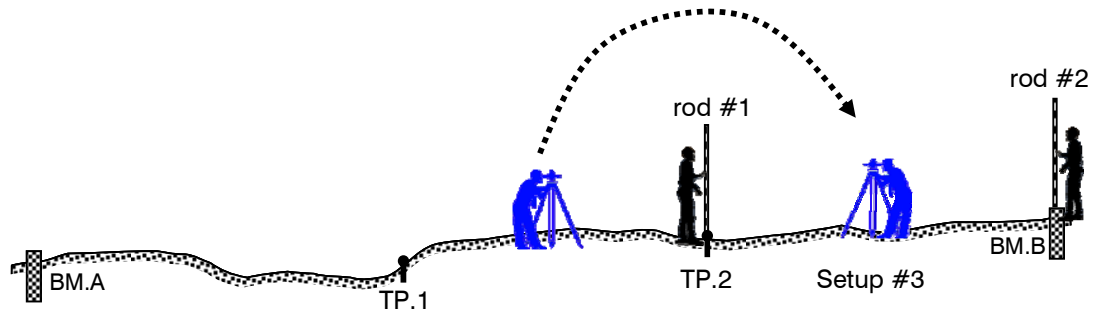
4.7 หมุนกล้องระดับ ก็ให้ทำการอ่านค่าบนไม้วัดระดับ rod #1 ได้ค่า 1.873 เป็นค่า FS บันทึกลงในสมุดสนาม บันทึกคอลัมน์ FS บรรทัดเดียวกับ TP.2

การบันทึกสมุดสนาม

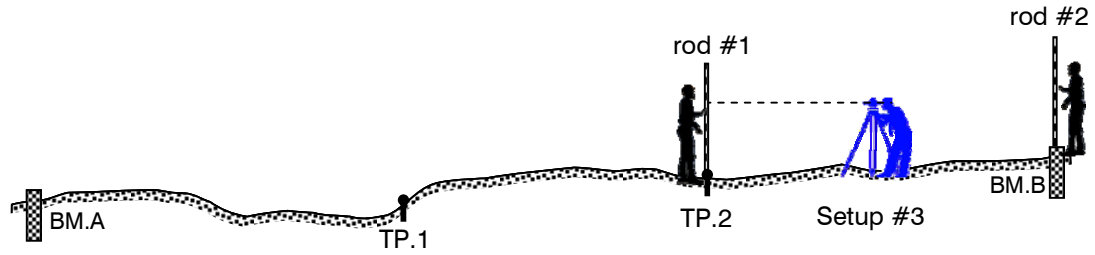
Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1	2.254		0.705	9.947	TP.1	2.254	0.705	-	0.053	9.947
TP.2			1.873		TP.2		1.873			

4.8 ผู้บันทึก ทำการคำนวณค่าระดับ ขณะที่ผู้รังวัดทำการย้ายกล้องระดับไป ณ ที่ใหม่

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
<ul style="list-style-type: none"> คำนวณหาค่า HI ซึ่งเท่ากับ Elev. + BS $HI = 9.947 + 2.254 = 12.201$ นำค่าที่ได้ใส่ลงในช่อง HI บรรทัดเดียวกับ TP.1 และคำนวณหาค่าระดับที่ TP.2 = HI - FS $Elev. TP.2 = 12.201 - 1.873 = 10.328$ นำค่าที่ได้ ใส่ลงในคอลัมน์ Elev บรรทัดเดียวกับ TP.2 					<ul style="list-style-type: none"> คำนวณหาความต่างระดับ = BS - FS $Diff = 2.254 - 1.873 = +0.381$ ค่าที่ได้เป็นค่า Rise ก็นำไปใส่ในคอลัมน์ Rise ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย บรรทัดเดียวกับ TP.2 คำนวณค่าระดับของ TP.2 = Elev + [Rise or Fall] ตามเครื่องหมาย $Elev. TP.2 = 9.947 + (+0.381) = 10.328$ นำค่าที่ได้ ใส่ลงในคอลัมน์ Elev บรรทัดเดียวกับ TP.2 					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1	2.254	12.201	0.705	9.947	TP.1	2.254	0.705	-	0.053	9.947
TP.2			1.873	10.328	TP.2		1.873	0.381	-	10.328



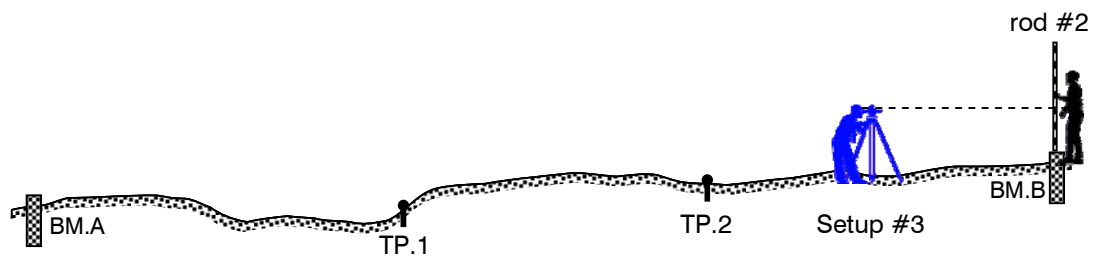
4.9 ย้ายกล้องระดับไปตั้ง ณ จุดใหม่ ขณะเดียวกันก็ย้าย rod #2 ไปตั้งรอ ณ จุดใหม่ด้วย



4.10 เมื่อตั้งกล้องได้ระดับแล้ว ก็ทำการส่องวัดค่าไม้วัดระดับ rod #1 ที่ TP.2 ได้ค่า 1.465 เป็นค่า BS ก็ให้บันทึกค่าลงในคอลัมน์ BS บรรทัดเดียวกับ TP.2

การบันทึกสมุดสนาม

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1	2.254	12.201	0.705	9.947	TP.1	2.254	0.705	-	0.053	9.947
TP.2	1.465		1.873	10.328	TP.2	1.465	1.873	0.381	-	10.328



4.11 หมุนกล้องระดับไปส่องวัดค่าไม้วัดระดับ rod #2 ที่ BM.B ได้ค่า 1.018 เป็นค่า FS ก็ให้บันทึกค่าลงในคอลัมน์ FS บรรทัดเดียวกับ BM.B

การบันทึกสมุดสนาม

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1	2.254	12.201	0.705	9.947	TP.1	2.254	0.705	–	0.053	9.947
TP.2	1.465		1.873	10.328	TP.2	1.465	1.873	0.381	–	10.328
BM.B			1.018		BM.B		1.018			

4.12 ผู้บันทึกสมุดสนาม ทำการคำนวณหาค่าระดับของ หมุด BM.B

Field book for HI					Field Book for Rise & Fall					
<ul style="list-style-type: none"> คำนวณหาค่า HI ซึ่งเท่ากับ Elev. + BS $HI = 10.328 + 1.465 = 11.793$ นำค่าที่ได้ใส่ลงในช่อง HI บรรทัดเดียวกับ TP.2 และคำนวณหาค่าระดับที่ BM.B = HI – FS $Elev. BM.P = 11.793 - 1.018 = 10.775$ นำค่าที่ได้ ใส่ลงในคอลัมน์ Elev บรรทัดเดียวกับ BM.B 					<ul style="list-style-type: none"> คำนวณหาความต่างระดับ = BS – FS $Diff = 1.465 - 1.018 = +0.447$ ค่าที่ได้เป็นค่า Rise ก็นำไปใส่ในคอลัมน์ Rise ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย บรรทัดเดียวกับ BM.B คำนวณค่าระดับของ BM.B = Elev + [Rise or Fall] ตามเครื่องหมาย $Elev. BM.B = 10.328 + (+0.447) = 10.775$ นำค่าที่ได้ ใส่ลงในคอลัมน์ Elev บรรทัดเดียวกับ BM.B 					
STA	BS	HI	FS	ELEV.	STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.
BM.A	0.652	10.652		10.000	BM.A	0.652				10.000
TP.1	2.254	12.201	0.705	9.947	TP.1	2.254	0.705	–	0.053	9.947
TP.2	1.465	11.793	1.873	10.328	TP.2	1.465	1.873	0.381	–	10.328
BM.B			1.018	10.775	BM.B		1.018	0.447	–	10.775

4.13 ตรวจสอบการคำนวณ ตามรูปแบบการใช้สมุดสนาม

กรณี คำนวณแบบ HI

STA	BS	HI	FS	ELEV.	Remark	
BM.A	0.652	10.652		10.000	First Elevation	
TP.1	2.254	12.201	0.705	9.947		
TP.2	1.465	11.793	1.873	10.328		
BM.B			1.018	10.775	Last Elevation	
Σ BS	4.371		Σ FS	3.596	10.775	Last Elevation
Σ FS	3.596			10.000	First Elevation	
diff	0.775			0.775	diff	

← O.K. →

- สูตรสำหรับการตรวจสอบ

$$\Sigma BS - \Sigma FS = \text{Last Elevation} - \text{First Elevation}$$

- ชีตเส้นใต้หลังจากการรังวัดเสร็จสิ้น
- คำนวณหาผลรวมทาง BS ได้ = 4.371 และนำผลรวมมาใส่ลงในคอลัมน์ BS บรรทัดสุดท้าย
- คำนวณหาผลรวมทาง FS ได้ = 3.596 และนำผลรวมมาใส่ลงในคอลัมน์ FS บรรทัดสุดท้าย
- เอา $\Sigma BS - \Sigma FS$ จะได้ = +0.775 แล้วกรอกใส่ลงในคอลัมน์ BS บรรทัดสุดท้าย (diff)
- ยกค่า Last Elev. ลงมาเขียนในคอลัมน์เดียวกัน บรรทัดถัดลงมา และบรรทัดถัดลงมา ยกค่า First Elev. ลงมาใส่
- ทาผลของ Last Elev. - First Elev. ได้ = +0.775 ก็ถือว่าถูกต้อง เอาค่าที่คำนวณได้ใส่ลงในคอลัมน์ ELEV บรรทัดสุดท้าย สิ้นสุดการคำนวณ

กรณีนี้ คำนวณแบบ Rise & Fall

STA	BS	FS	RISE	FALL	ELEV.	Remark
BM.A	0.652				10.000	First Elevation
TP.1	2.254	0.705	–	0.053	9.947	
TP.2	1.465	1.873	0.381	–	10.328	
BM.B		1.018	0.447	–	10.775	Last Elevation
Σ BS	4.371	Σ Rise	0.828		10.775	Last Elevation
Σ FS	3.596	Σ Fall	0.053		10.000	First Elevation
diff	0.775	O.K.	0.775	O.K.	0.775	diff

- สูตรสำหรับการตรวจสอบ

$$\Sigma BS - \Sigma FS = \Sigma Rise - \Sigma Fall = \text{Last Elevation} - \text{First Elevation}$$

- ชีตเส้นใต้หลังจากการรังวัดเสร็จสิ้น
- คำนวณหาผลรวมทาง BS ได้ = 4.371 และนำผลรวมมาใส่ลงในคอลัมน์ BS บรรทัดถัดลงไปของการรังวัดในสนาม
- คำนวณหาผลรวมทาง FS ได้ = 3.596 และนำผลรวมมาใส่ลงในคอลัมน์ BS บรรทัดถัดลงไปต่อจาก ΣBS
- เอา $\Sigma BS - \Sigma FS$ จะได้ = +0.775 แล้วกรอกใส่ลงในคอลัมน์ BS บรรทัดสุดท้าย (diff)
- คำนวณหาผลรวมของ Rise ได้ = 0.828 และนำผลรวมมาใส่ลงในคอลัมน์ Rise บรรทัดถัดลงไปของการรังวัดในสนาม
- คำนวณหาผลรวมทาง Fall ได้ = 0.053 และนำผลรวมมาใส่ลงในคอลัมน์ Rise บรรทัดถัดลงไปต่อจาก $\Sigma Rise$
- เอา $\Sigma Rise - \Sigma Fall$ จะได้ = +0.775 แล้วกรอกใส่ลงในคอลัมน์ Rise บรรทัดสุดท้าย (diff)
- ยกค่า Last Elev. ลงมาเขียนในคอลัมน์เดียวกัน บรรทัดถัดลงมา และบรรทัดถัดลงมา ยกค่า First Elev. ลงมาใส่
- หาผลของ Last Elev. – First Elev. ได้ = +0.775 ก็ถือว่าถูกต้อง เอาค่าที่คำนวณได้ใส่ลงในคอลัมน์ ELEV บรรทัดสุดท้าย สิ้นสุดการคำนวณ



แบบฝึกหัด

1. จากการรังวัดงานระดับจากหมุด BM-A ไปยังหมุด BM-D ปรากฏสมุดสนามดังนี้

STATION	B.S.	F.S.	H.I.	Diff of reading		Elevation	Remark
				Rise	Fall		
BM-A	1.409						
TP.1	1.011	1.189					
TP.2	1.097	1.151					
TP.3	1.449	1.491					
TP.4	1.676	1.932					
TP.5	1.530	1.525					
TP.6	1.443	1.652					
TP.7	1.102	1.666					
TP.8	1.895	1.052					
TP.9	1.392	1.998					
BM-B	1.060	1.401					
TP.10	1.521	1.422					
TP.11	1.709	1.744					
TP.12	1.175	1.542					
TP.13	1.797	1.280					
TP.14	1.594	1.571					
TP.15	1.997	1.316					
BM-C	1.177	1.013					
TP.16	1.990	1.535					
TP.17	1.382	1.733					
TP.18	1.902	1.223					
TP.19	1.698	1.850					
TP.20	1.283	1.982					
TP.21	1.582	1.053					
BM-D		1.554					

จงคำนวณหาค่าระดับของจุดระดับต่างๆ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และอยากทราบว่า จุด BM-C และ BM-B สูงต่างกันเท่าใด และหมุดใดสูงกว่า (หากกำหนดให้ค่ากำหนดสูงของ BM-A เพิ่มขึ้นคนละ 5.000 เมตร ตามลำดับที่ โดยเริ่มที่ ลำดับที่ 1 ค่ากำหนดสูงเท่ากับ 10.500 เมตร)

กระดาษเขียนตอบ

STATION	B.S.	F.S.	H.I.	Diff of reading		Elevation	Remark
				Rise	Fall		
BM-A	1.409						
TP.1	1.011	1.189					
TP.2	1.097	1.151					
TP.3	1.449	1.491					
TP.4	1.676	1.932					
TP.5	1.530	1.525					
TP.6	1.443	1.652					
TP.7	1.102	1.666					
TP.8	1.895	1.052					
TP.9	1.392	1.998					
BM-B	1.060	1.401					
TP.10	1.521	1.422					
TP.11	1.709	1.744					
TP.12	1.175	1.542					
TP.13	1.797	1.280					
TP.14	1.594	1.571					
TP.15	1.997	1.316					
BM-C	1.177	1.013					
TP.16	1.990	1.535					
TP.17	1.382	1.733					
TP.18	1.902	1.223					
TP.19	1.698	1.850					
TP.20	1.283	1.982					
TP.21	1.582	1.053					
BM-D		1.554					

1. ความต่างระดับของหมุด BM-C - BM-B = _____ เมตร

2. ระหว่างหมุด BM-C และหมุด BM-B หมุดที่สูงกว่าคือ _____

ชื่อ-สกุล _____ เลขที่ _____ ชั้น/แผนก _____