

ลักษณะของข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการตรวจสอบโครงข่ายสามเหลี่ยมของการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นข้อมูลจริงจากกองบ่อเคซีและบ่อฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร วิธีการวัดและเกณฑ์ของงานโครงข่ายสามเหลี่ยม กรมแผนที่ทหาร ได้ดัดแปลงมาจากวิธีการวัดและเกณฑ์ของงานโครงข่ายสามเหลี่ยมของหน่วยแผนที่แห่งกระทรวงกลาโหมสหรัฐ

ข้อมูลที่น่ามาใช้ประกอบด้วยงามมูมราบ แอซิมิธลาปลาส และระยะเส้นฐาน ลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ มีดังนี้

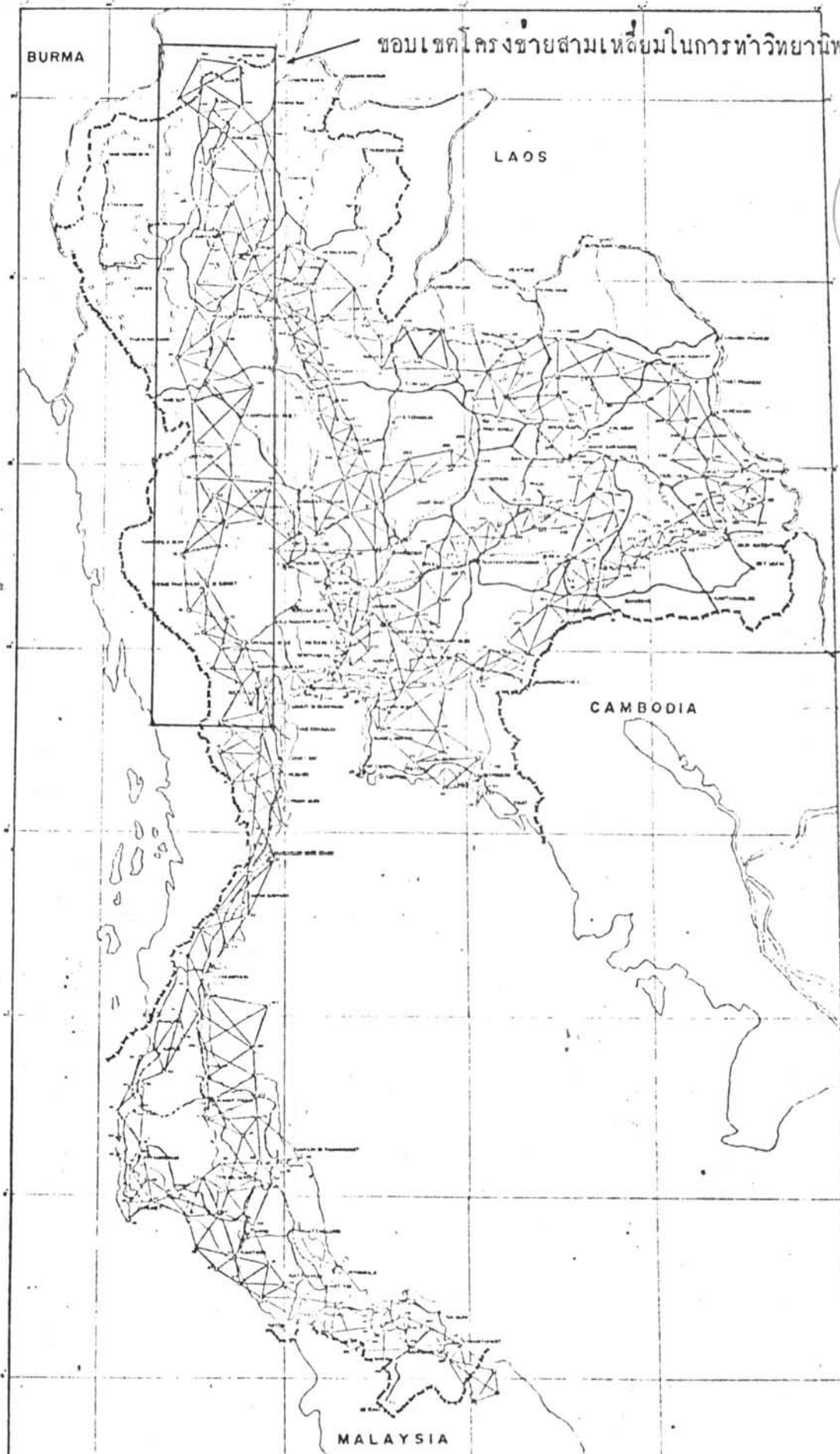
3.1 งามมูมราบ

มูมราบที่น่ามาใช้คือผลต่างของทิศทาง ซึ่งทิศทางเหล่านี้ได้ทำการวัดระหว่าง พ.ศ. 2453 ถึง พ.ศ. 2473 จำนวนมูมราบในขอบเขตของการทำวิทยานิพนธ์นี้มี 221 มุม (ภาคผนวก ก.) และขอบเขตของโครงข่ายสามเหลี่ยมได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1

วิธีการวัดมูมราบที่ใช้กันมากมี 2 วิธี คือ การวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน และการวัดแยกเป็นคู่ ๆ

การวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกันนั้นความสำคัญอยู่ที่ว่ามุมใดจะต้องทำการวัดซ้ำเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่คำนวณได้ และที่หมายเล็งจะทำการวัดไปอย่างต่อเนื่องโดยรอบสถานีที่หึ่งกลอง (จากรูปที่ 3.2 ก.) ลำดับการวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกันคือ

- ก. ตั้งศูนย์จำนวนสารายตามที่คำนวณได้ขณะสองไปยังจุด P อ่านค่าทิศทาง OP
- ข. หมุนกลองอ่านทิศทาง OQ, OR, OS และ OP
- ค. กลิ้งกลอง 180° อ่านทิศทาง OP, OS, OR, OQ และ OP เมื่อถึงขั้นนี้เรียกว่าเสร็จหนึ่งศูนย์ สำหรับศูนย์อื่น ๆ ก็เริ่มปฏิบัติทำนองเดียวกัน โดยทิศทาง OP ที่อ่าน



ได้ครึ่งหลังสุดจะต้องบวกด้วยขนาดของศูนย์ ซึ่งจะเป็ค่าเริ่มต้นสำหรับการวัดในศูนย์ต่อไป

สำหรับการวัดแยกเป็นคู่ ๆ นั้น ความมุ่งหมายของวิธีนี้เพื่อต้องการวัดทิศทางของแต่ละมุมให้เสร็จไปเป็นคู่ ๆ โดยที่หมายเลขทั้งหมด จะถูกสองเป็นจำนวนครั้งเท่ากันด้วย (จากรูปที่ 3.2 ข.) ลำดับการวัดแยกเป็นคู่ ๆ คือ

ก. ตั้งศูนย์จานองศาตามค่าความโค้งสองไปยังจุด P อ่านทิศทาง OP มุม กลองอ่านทิศทาง OQ

ข. กลับกลอง 180° อ่านทิศทาง OQ

ค. หมุนกลองกลับไปอ่านทิศทาง OP ถึงขั้นนี้เรียกว่าวัดเสร็จหนึ่งศูนย์ ศูนย์ต่อไป ก็ปฏิบัติทำนองเดียวกันนี้จนครบตามจำนวนศูนย์ที่คำนวณไว้ เป็นเสร็จการวัดมุม POQ

การวัดมุมอื่น เช่น มุม POR, POS, QOR, QOS และมุม ROS ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกับ การวัดมุม POQ

เกณฑ์การวัดมุมราบในงานโครงข่ายสามเหลี่ยมระหว่างปี 2453 ถึงปี 2473 มีดังนี้ (ข้อมูลกรมแผนที่ทหาร)

- ถ้าเป็นโครงข่ายสามเหลี่ยมขยายเส้นฐาน จำนวนศูนย์ที่ต้องวัดคือ 15 ศูนย์
- ถ้าเป็นโครงข่ายสามเหลี่ยมทั่วไป จำนวนศูนย์ที่ต้องวัดคือ 12 ศูนย์
- การวัดในแต่ละศูนย์จะวัดหน้ากลองหน้าละ 2 ครั้ง เรียกว่า 1 ศูนย์ การวัด ทั้ง 4 ครั้งนั้น ที่หมายเดียวกันต้องต่างกันไม่เกิน 4 พิลิปดา

เกณฑ์ตรวจรับงานวัดมุมราบสำหรับข้อมูลที่นำมาใช้มีดังนี้

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนศูนย์ที่วัด

$\sigma$  = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

$v$  = ความต่างจากค่าปานกลางของการวัดในแต่ละศูนย์ เกณฑ์ที่ยอมรับ งาน  $\sigma$  จะต้องมีค่าไม่เกิน 1.7 พิลิปดา

007233

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมในระหว่างปี พ.ศ.2453 ถึงปี พ.ศ.2473 คือกล้อง  
ซีโอโคไลทขนาด 12 นิ้ว ของบริษัท Troughton and Simms คุณสมบัติของกล้องนี้โดย  
สังเขปคือ

- น้ำหนักพร้อมหีบบรรจุ 150 กิโลกรัม
- จำนวนสารามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว
- จำนวนสารามีไมโครมิเตอร์ทั้งชนิด 2 และ 3 ตัว
- ความกว้างของปากกล้อง 2.4 นิ้ว
- ความยาวโฟกัสของกล้อง 29 นิ้ว กำลังขยายมีหลายชนิด มีทั้งขนาด 30, 45

และ 60 เท่า

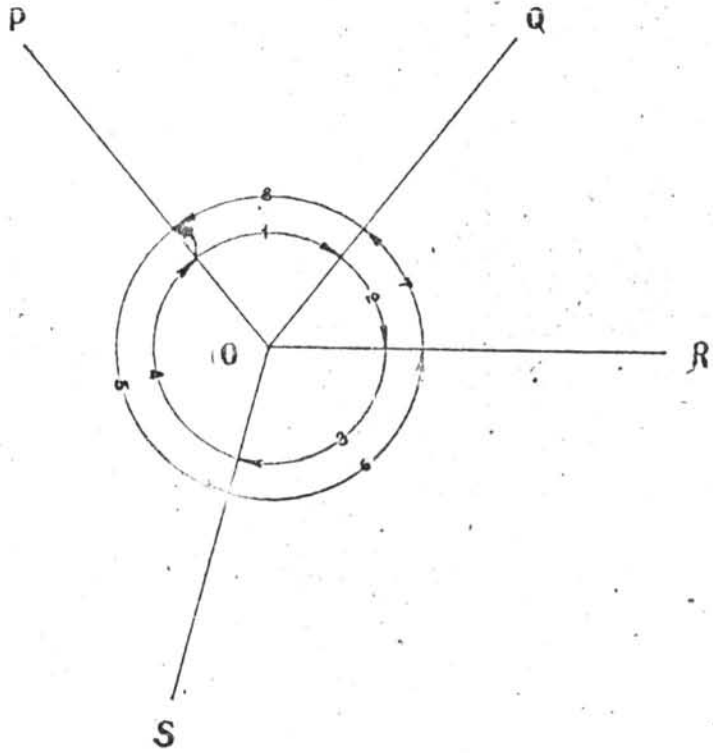
- จำนวนค่าแบ่งขีดละ 5 ลิบตา
- อ่านได้โดยตรง จากไมโครมิเตอร์ 1 ฟิลิปตา อ่านโดยประมาณได้ 0.2 ฟิลิปตา

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการวัดมุมราบของสถานีที่ 36 เขาขุนตาน จ.ลำปาง โดยใช้  
กล้องขนาด 12 นิ้วของบริษัท Troughton and Simms มีวิธีการวัดสมทั้งวิธีวัดต่อเนื่อง  
ในคราวเดียวกัน และแยกวัดเป็นคู่ ๆ

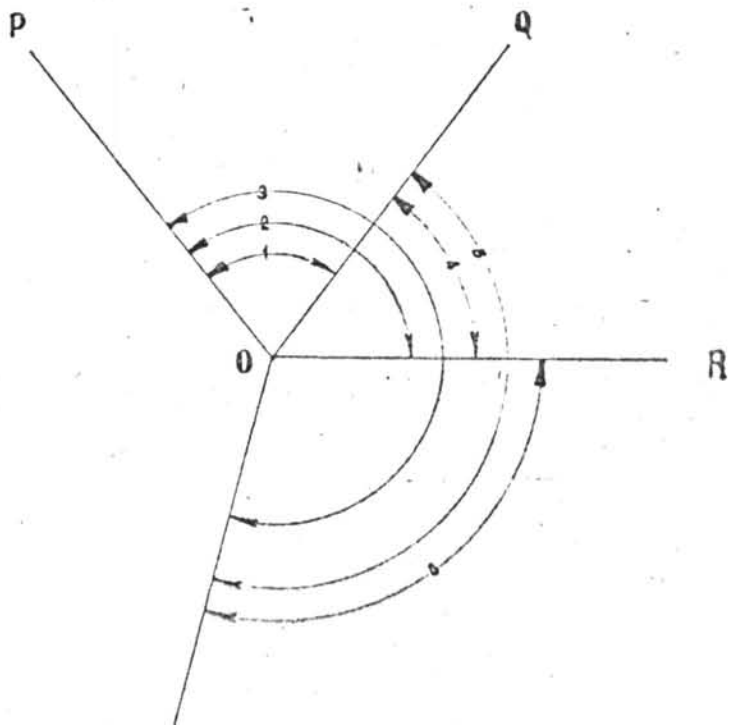
- รูปที่ 3.3 แสดงงานมุมราบของสถานีที่ 36
- ตารางที่ 3.1 แสดงการจกมุมราบเมื่อวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน
- ตารางที่ 3.2 แสดงการจกมุมราบเมื่อวัดแยกเป็นคู่ ๆ
- ตารางที่ 3.3 แสดงการเฉลี่ยมุมราบ
- ตารางที่ 3.4 แสดงทิศทางการวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน

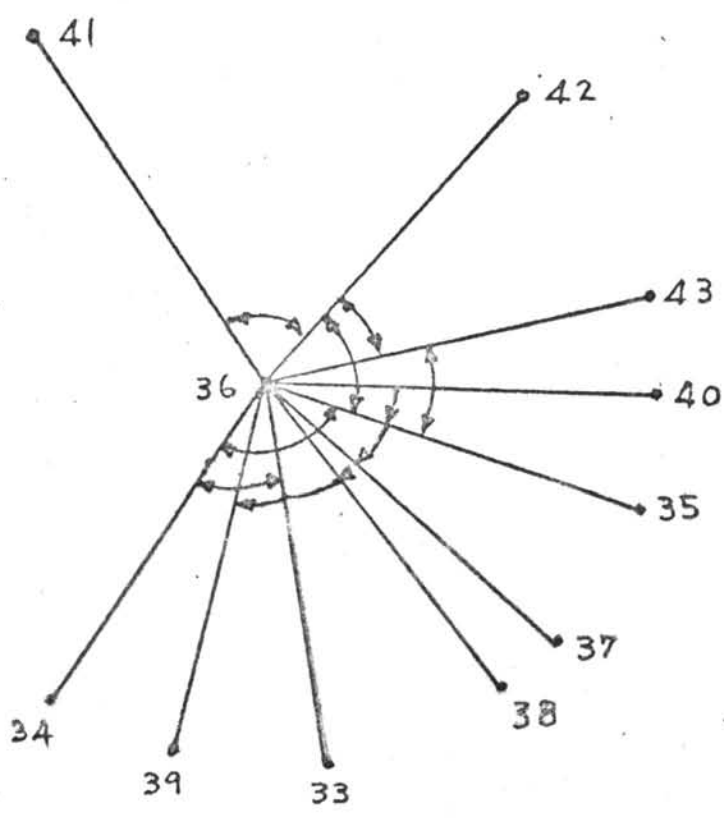
จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่ามุมระหว่างสถานีที่ 33 กับ 34 มีจำนวนศูนย์  
ที่ทองวัด 12 ศูนย์ ขนาดของศูนย์ 15 และจากการคำนวณขนาดของ  $C = 1.2988$  ฟิลิปตา  
การวัดมุมนี้จึงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ก. วัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน



ข. วัดแยกเป็นคู่ ๆ





รูปที่ 3.3  
งานบริหารของสถานีที่ 36

ตารางที่ 3.1 การจกมุมราบวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน มุมที่ตั้งกล้อง 36 จ.ลำปาง กล้อง 12" ปี 2470

มุมที่หมาย	หน้า กล้อง	งานองศาราบ			มุมราบ		หมายเหตุ
		A	B	(A+B)/2	เฉลี่ย	มุม	
40	L	15° 00' 18".2	00' 28".2	00' 23".2			โคมแกส เวลา 1910
	R	28.4	27.8	28.1			
	L	18.6	31.8	25.2			
	R	29.8	28.2	29.0			
35	L	42 23 43.4	23 54.8	23 49.1	27° 23' 25".9		ศูนย์ที่ 15"
	R	52.2	53.2	52.7	24.6		
	L	43.0	56.4	49.7	24.5		
	R	54.0	53.8	53.9	24.9	27° 23' 24".975	
37	L	58 51 55.0	52 02.2	51 58.6	43 51 35.4		ศูนย์ที่ 15"
	R	52 02.2	06.2	52 04.2	36.1		
	L	51 57.0	05.2	01.1	35.9		
	R	52 04.2	07.2	05.7	36.7	43 51 36.025	
38	L	72 35 35.2	35 41.4	35 38.3	57 35 15.1		ศูนย์ที่ 15"
	R	42.8	45.6	44.2	16.1		
	L	36.4	44.0	40.2	15.0		
	R	42.2	45.8	45.0	16.0	57 35 15.550	

ตารางที่ 3.2 การจกมุมราบแยกวัดเป็นคู่ ๆ มุมตั้งกล้อง 36 จ.ลำปาง กล้อง 12" ปี 2470

มุมทิศ	หน้า กล้อง	จานองศาราบ			มุมราบ		หมายเหตุ
		A	B	(A+B)/2	เฉลี่ย	มุม	
33	L	60° 16' 00".8	16' 05".0	16' 02".9			มีหมอกจัด โคมแก่ เวลา 2020
	R	05.2	10.2	07.7			
	L	02.8	07.4	05.1			
	R	04.4	08.4	06.4			
34	L	109 12 36.8	12 37.0	12 36.9	48° 56' 34".0		ศูนย์ 0°
	R	37.0	46.0	41.5	33.8		
	L	38.4	38.2	38.3	33.2		
	R	35.8	44.0	39.9	33.5		
33	L	75 16 16.6	16 21.0	16 18.8			กระจกเวลา 0925
	R	17.6	22.0	19.8			
	L	16.6	22.2	19.4			
	R	20.2	22.0	21.1			
34	L	124 12 51.0	12 56.0	12 53.5	48 56 34.7		ศูนย์ 15°
	R	52.0	57.4	54.7	34.9		
	L	50.2	55.4	52.8	33.4		
	R	52.2	55.8	54.0	32.9		



ตารางที่ 3.3 การเฉลี่ยมุมราบ ทบุดึงกล้อง 36 จ.ลำปาง ปี 2470

ศูนย์ที่	มุมระหว่างทบุด	มุมราบ	หลักฐานประกอบการแจ้ง
0	33 กับ 34	48° 56' 33".625	โคม
15		33.975	กระจก
30		33.375	โคม
45		32.050	กระจก
60		31.125	โคม
75		31.950	กระจก
90		31.225	โคม
105		30.675	กระจก
120		31.675	โคม
135		29.950	กระจก
150		30.450	โคม
165		31.000	โคม
ค่าของมุมวัดได้		48° 56' 31".7562	

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่ามุมเฉลี่ย (S) = 1".2988

ตารางที่ 3.4 ทิศทางการวัดต่อเนื่องในคราวเดียวกัน หมู่ที่ ๕๖  
จ.ลำปาง ปี 2470

หมู่ที่หมาย	ทิศทางเลขที่	ทิศทาง	หมายเหตุ
40	97	15 00 26.375	ศูนย์ท 15
35	87	42 23 51.350	ศูนย์ท 15
37	91	58 52 02.400	ศูนย์ท 15
38	92	72 35 41.925	ศูนย์ท 15
39	93	96 22 10.286	ศูนย์ท 15

### 3.2 แอนิเม็ชลายปลา

โครงข่ายสามเหลี่ยมค้ำหินที่ศึกษาค้นพบในประเทศไทย มีแอนิเม็ชลายปลา 5 ทิศทาง (ตำแหน่งตามรูปที่ 6.2)

1. แอนิเม็ชลายปลาจากสถานีที่ 2 ไปสถานีที่ 1 ทำการวัดและคำนวณโดย หลวงลออภูมิภักขณ เมื่อ พ.ศ.2476 มีค่า  $357^{\circ} 09' 15".2423$  จากทิศเหนือ และ Probable Error  $0".188$
2. แอนิเม็ชลายปลาจากสถานีที่ 24 ไปสถานีที่ 25 ซึ่งทำการวัดโดย พ.ท.อำนาจ อิทุม เมื่อ พ.ศ.2522 มีค่า  $358^{\circ} 49' 41".6872$  จากทิศเหนือและ Probable Error  $0".075$
3. แอนิเม็ชลายปลาจากสถานีที่ 32 ไปสถานีที่ 30 ทำการวัดโดย พ.ท.สอาด นิตยพันธ์ เมื่อ พ.ศ.2520 มีค่า  $195^{\circ} 47' 02".5916$  จากทิศเหนือ และ Probable Error  $0".094$
4. แอนิเม็ชลายปลาจากสถานีที่ 37 ไปสถานีที่ 38 ทำการวัดโดย พ.ท.สอาด นิตยพันธ์ เมื่อ พ.ศ.2513 มีค่า  $299^{\circ} 55' 02".7070$  จากทิศเหนือ และ Probable Error  $0".176$
5. แอนิเม็ชลายปลาจากสถานีที่ 48 ไปสถานีที่ 46 ทำการวัดโดย Doxey (1956) จากหน่วย Army Map Service เมื่อ พ.ศ.2499 มีค่า  $124^{\circ} 58' 47".8698$  จากทิศเหนือ และ Probable Error  $0".180$

วิธีวัด ณ สถานีที่ 48 ไม่มีข้อมูล การวัด ณ สถานีที่ 2 นั้น เครื่องมือที่ใช้คือกล้อง ซีไอโคไลท์ ขนาด 12 นิ้วของบริษัท Troughton and Simms

วิธีวัด ณ สถานีที่ 24, 32 และ 37 ใช้วิธีการวัดและเครื่องมืออย่างเดียวกัน เครื่องมือที่ใช้คือกล้อง Wild T-4 วิธีการวัดทอสังเขปมีดังนี้ (ข้อมูลกรมแผนที่ทหาร)

- การวัดแอนิเม็ช คาวที่ใช้คือโพลาริส และคาวตะวันออก คาวตะวันตกของเมอร์เคียน
- การวัดแต่ละสถานีวัด 2 ชุด ๆ ละ 16 ศูนย์ ระหว่างชุดต้องห่างกันอย่างน้อย

## 4 ชั่วโมง

- ความแตกต่างของการวัดแต่ละศูนย์ไม่เกิน 5 ฟลิปตา
- Probable Error แต่ละชุดไม่เกิน 0.3 ฟลิปตา ความแตกต่างระหว่างชุดไม่เกิน 1 ฟลิปตา

ตามปกติแล้ว การวัดแอมป์จะมีการวัดลองจิจุกประกอบไปด้วย การวัดลองจิจุกวัดความขณะผ่านเมอร์เคียน วิธีการวัดลองจิจุกคือ

- การวัดลองจิจุกแต่ละสถานีวัด 6 ชุด แต่ละชุดใช้เวลา 6-10 ทาง เวลาในการวัดแต่ละชุดไม่เกิน 1 ชั่วโมง
- การเทียบเวลาต้องเทียบทั้งก่อนและหลังการวัด
- ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดแต่ละชุดไม่เกิน 0.08 sec ๑ วินาที
- Probable Error ของลองจิจุกที่ใช้ได้ต้องไม่เกิน 0.1 sec ๑ ฟลิปตา

เครื่องมือในการวัดนอกจากกล้อง Wild T-4 แล้ว ก็มีวิทยุรับสัญญาณเวลาโครโนมิเตอร์ โครโนกราฟ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

3.3 ระยะเส้นฐาน

ระยะเส้นฐานมี 2 แห่ง คือระยะเส้นฐานราชบุรี และระยะเส้นฐานลำปาง (ตามรูปที่ 6.2)

เส้นฐานราชบุรีคือระยะระหว่างสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 ทำการวัดเมื่อ พ.ศ. 2453 โดย Mr.P.R.Cemp และ Mr.W.W.Chand ใช้อินวาร์ ยาว 100 เมตร 2 เส้น ต่อมา พ.ศ.2457 ได้วัดตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งได้ความยาวบนผิวช็อลค 7,919.1933 เมตร (P.E. 5.8/43 มิลลิเมตร)

เส้นฐานลำปางคือระยะระหว่างสถานีที่ 37 และสถานีที่ 38 ทำการวัดเมื่อ พ.ศ. 2471 โดย พ.อ.พระหส์วิฆานมิเทศ ใช้อินวาร์ยาว 25 เมตร 4 เส้น ได้ความยาวบนผิวช็อลค 11,045.56097 เมตร (P.E. 0.52 มิลลิเมตร)

วิธีการวัดเส้นฐานทั้ง 2 เส้น คือ

- แบ่งเส้นฐานออกเป็น ส่วน ๆ ยาวประมาณ 1 ก.ม.
- อินวาร์ที่ใช้ควรมีหลาย ๆ เส้น และความยาวต่าง ๆ กัน
- การวัดระยะใช้อินวาร์ชุดหนึ่งวัดไป และอีกชุดหนึ่งวัดกลับโดยผลต่างการวัดไปกลับอยู่ในเกณฑ์  $10\sqrt{k}$  มิลลิเมตร (k คือระยะทางเป็น ก.ม.)

- Probable Error ต้องน้อยกว่า 1:1,000,000 เมื่อ

$$P.E. = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}$$

n = จำนวนครั้งของการวัด

v = ค่าที่แตกต่างไปจากค่าปานกลาง

รายละเอียดของการวัดเส้นฐานมีใน Hosmer (1930)

