บทที่ 4

วิธีการดำเนินการวิจัย

การนำเทคนิคของภาพถ่ายมาใช้กับการวางแนวสายส่งจากสถานีไฟฟ้าย่อย (substation) บริเวณเชิงเขาบีอยอ (Khao Bu Yo) ในเขตอำเภอเมืองยะลาไปยังสถานีไฟฟ้าย่อย อ. เมือง จ. นราธิวาส ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติเป็นขั้นตอน ตามรูปงานดังต่อไปนี้

ลำดับขั้นตอน	การดำเนินการ	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
1. การวางแผนงาน	เลือกแนววางสาย วางแผนบินถ่ายภาพ วางแผนกำหนดตำแหน่งจุดควบคุมและการสำภาคพื้นดิน	แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:15,000
⇩		
2. การถ่ายภาพทางอากาศ	ถ่ายภาพมาตราส่วน 1:8,000	เครื่องบินกรมแผนที่ทหาร (ปัจจุบันเป็นของ กรมลาดตระเวณทางอากาศ กองทัพอากาศ) กล้องถ่ายภาพทางอากาศ
⇩		
3. การสำรวจเพื่อให้ได้จุดควบคุมภาคพื้นดินทางราบและทางดิ่ง	ทำงานวงรอบ งานระดับยีออเดติค ทำการรังวัด แอซิมัธจากดวงอาทิตย์	กล้องวัดมุม เครื่องวัดระยะอีเลคทรอนิคส์ กล้องระดับ
⇩		

ลำดับขั้นตอน	การดำเนินการ	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
4. การทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศและปรับแก้	กำหนดจุดผ่าน และจุดเชื่อมโยง ทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศโดยรูปจำลองอิสระ (Independent model triangulation) และปรับแก้	เครื่องถ่ายจุด เครื่องร่างแผนที่ที่มีเครื่องอ่านพิกัดรูปจำลอง คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมปรับแก้
5. การเขียนแผนที่กำหนดแนวสาย การเขียนแผนที่ราบและบันทึกระดับตามแนว	เขียนแผนที่มาตราส่วน 1:2,500 บันทึกระดับตามแนว (longitudinal profile) ลงรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งเสาที่เลือกไว้	เครื่องร่างแผนที่ประกอบกับเครื่องบันทึกระดับตามแนวและตามรูปตัดขวาง
6. การตรวจสอบในสนาม (field completion)	ตรวจสอบ และเก็บรายละเอียดของแผนที่ที่ขาดหายไป	กล้องวัดมุม แถบวัดระยะ และกล้องระดับ

จากลำดับขั้นตอนที่กล่าวแล้ว ในการวิจัยนี้ได้พิจารณาปฏิบัติจากขั้นตอน 1-5 ยกเว้นขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบในสนาม เนื่องจากการเก็บรายละเอียดโดยภาพถ่ายบริเวณงานไม่ค่อยมีสิ่งปิดบังอีกทั้งมีแผนที่และระดับตามแนวของงานสำรวจภาคพื้นดินประกอบอยู่แล้ว

4.1 <u>การวางแผนงาน</u>

ได้พิจารณากำหนดแถบพื้นที่ เพื่อเลือกแนววางสายโดยสังเขป

จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 และภาพถ่ายที่มีอยู่คือภาพถ่าย มาตราส่วน 1:15,000 (ภาพถ่ายในมาตราส่วน 1:15,000 เป็นภาพถ่ายที่กรมแผนที่ทหารมีฟิล์มอยู่แล้ว โดยถ่ายครอบคลุมทั่วประเทศ)

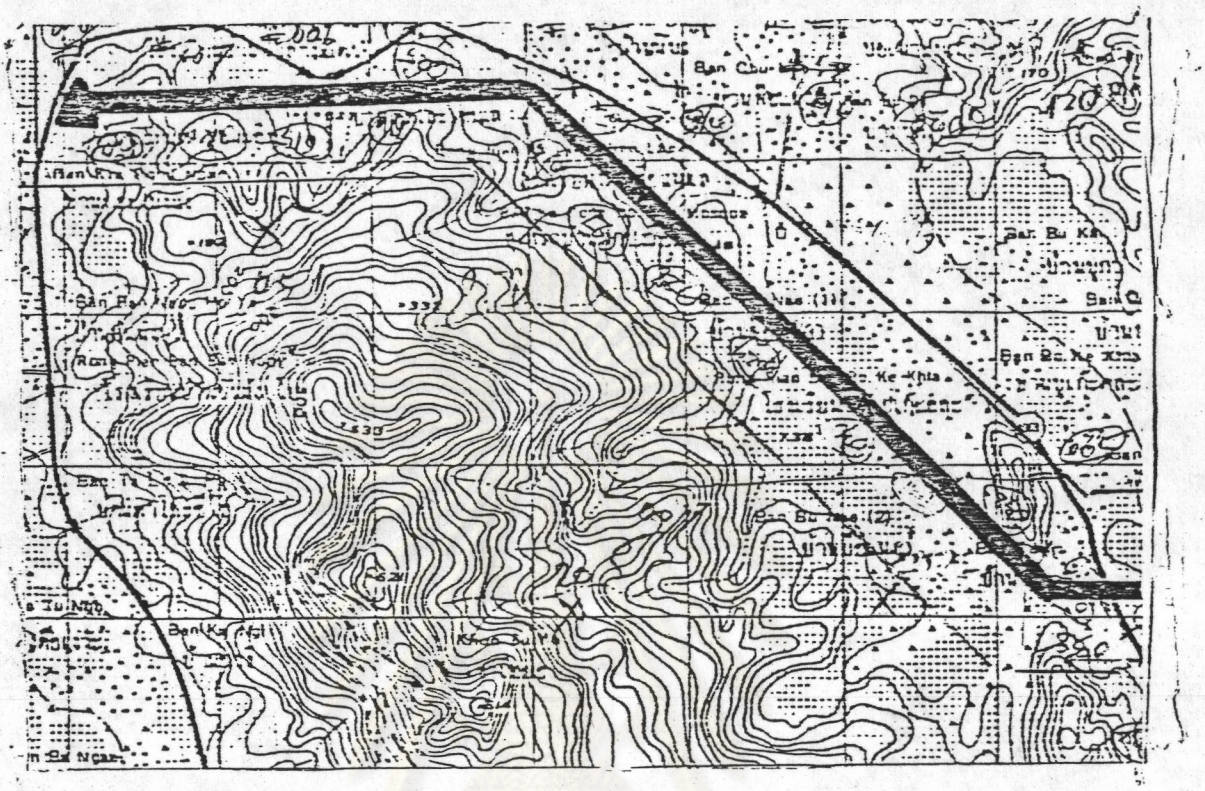
ในกรณีที่แนวสายส่งมีระยะยาวมาก เช่น เกินกว่า 100 กม. ขึ้นไป ควรนำแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 มาประกอบการพิจารณา เพราะสามารถพิจารณาดูรายละเอียดภูมิ-ประเทศบริเวณใกล้เคียงได้กว้างกว่า

จากนั้นทำการเลือกกำหนดแถบพื้นที่ ระหว่างช่วงวางแนวสาย อาจทำได้หลาย ๆ แถบพื้นที่บนแผนที่ ซึ่งมีภาพถ่าย 1:15,000 พิจารณารายละเอียดเป็นหลัก แล้วเลือกแถบพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อวางแผนบินถ่ายภาพต่อไป

สำหรับงานที่นำมาวิจัยนี้ ไม่มีการพิจารณาแถบพื้นที่ของแนวสาย เนื่องจากงานสำรวจทางภาคพื้นดินได้กำหนดและทำไปแล้ว ปรากฏแนวสายส่งบนแผนที่ มาตราส่วน 1:50,000 ระวางแผนที่ที่ 5221 I, 5321 IV และ 5321 I แนวสายจากสถานีไฟฟ้าย่อย อ. เมือง-ยะลา ผ่าน อ. รามัน จ. ยะลา ผ่าน อ. รือเสาะ อ. ยี่งอ สุดที่สถานีไฟฟ้าย่อย อ. เมือง-นราธิวาส

สำหรับขอบเขตในการศึกษาปรากฏในแผนที่ระวาง 5221 I ตามรูปที่ 4.1 และปรากฏในภาพถ่าย 1:15,000 ตามหมายเลขภาพต่อไปนี้

หมายเลขแนว	หมายเลขภาพ	จำนวน
M 11/18	071, 073, 075, 077, 079, 081, 083, 085, 087	9
M 12/18	054, 056, 058, 060	4
M 14/18	045, 047, 051, 053, 055, 057, 059, 061, 063, 065, 067	12
M 14/18	211, 209, 207, 205, 203, 201, 199, 197, 195, 193	10
	รวม	35 ภาพ



รูปที่ 4.1 แสดงแนวสายส่งประมาณบนแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

ตำแหน่งภาพถ่ายตามแนวบิน ดูในดัชนีภาพถ่าย รูปที่ 4.3

หมายเหตุ 1. ภาพถ่ายโครงการ นส. 3 เฉพาะบริเวณงานนี้ ถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพชนิด Wild R.C. 8 เลนส์กล้องหมายเลข UAg 301 ซึ่งเป็นเลนส์ชนิดมุมกว้าง (wide angle) ขนาดระยะโฟคัสวัดสอบ (calibrated focal length) 152.58 มม.

2. ภาพถ่ายมีส่วนเกย 20-30% และส่วนซ้อน (overlap) 80% จึงใช้ภาพถ่ายภาพเว้นภาพ ทำให้ได้ภาพที่มีส่วนซ้อน 60%

4.2 การดำเนินงานถ่ายภาพทางอากาศ

เนื่องจากภาพถ่าย 1:15,000 ที่มีอยู่ไม่ได้มีแนวบินตามแนววางสายและมีมาตราส่วนเล็กเกินไปสำหรับรายละเอียดภูมิประเทศที่ต้องการในการเขียนแผนที่เพื่อออกแบบสายส่ง จึงได้ดำเนินการเพื่อถ่ายภาพพื้นที่ด้วยมาตราส่วน 1:8,000 ด้วยกล้องถ่ายภาพทางอากาศชนิดมุมกว้าง

i 17169598

รูปที่ 4.2 ดัชนีภาพถ่าย มาตราส่วน 1:15,000

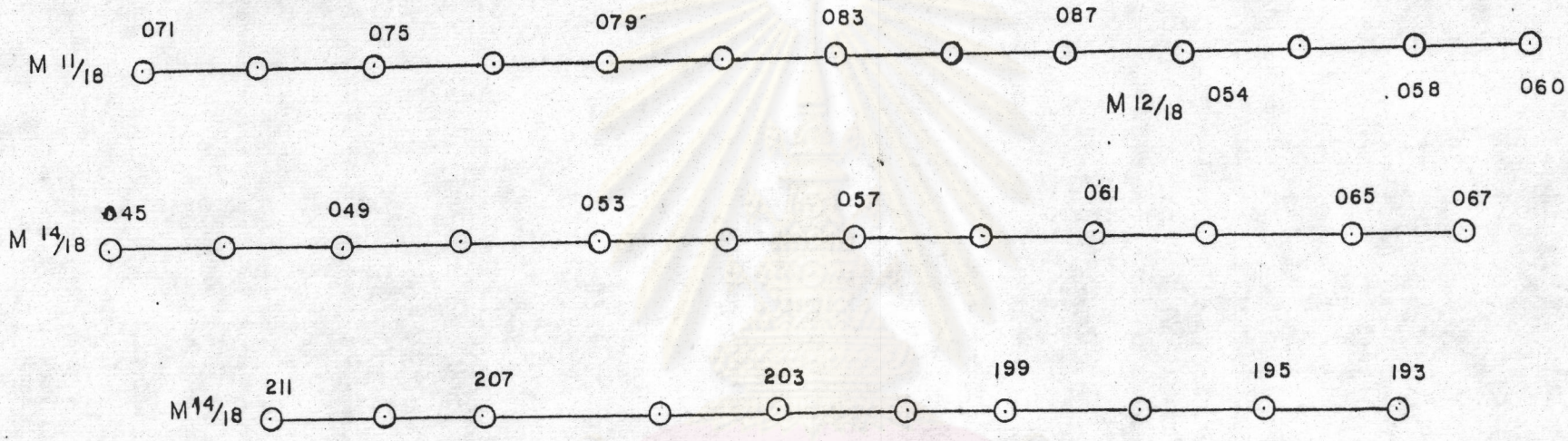


PHOTO SCALE 1:15,000

DATE : APRIL 1975

AREA : AMPHOE MUANG YALA , AMPHOE RAMAN

CHANGWAT YALA

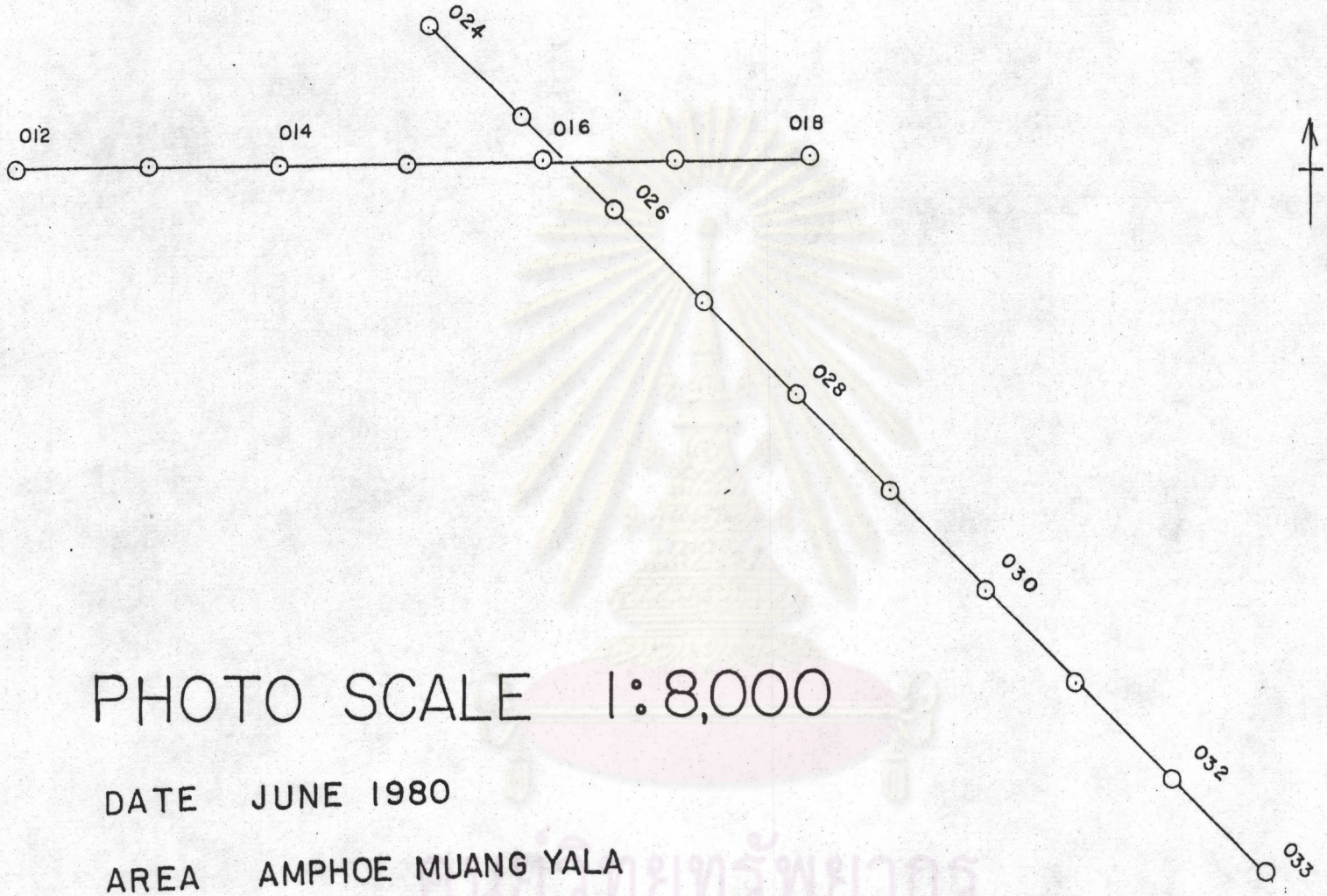


PHOTO SCALE 1:8,000

DATE JUNE 1980

AREA AMPHOE MUANG YALA

CHANGWAT YALA

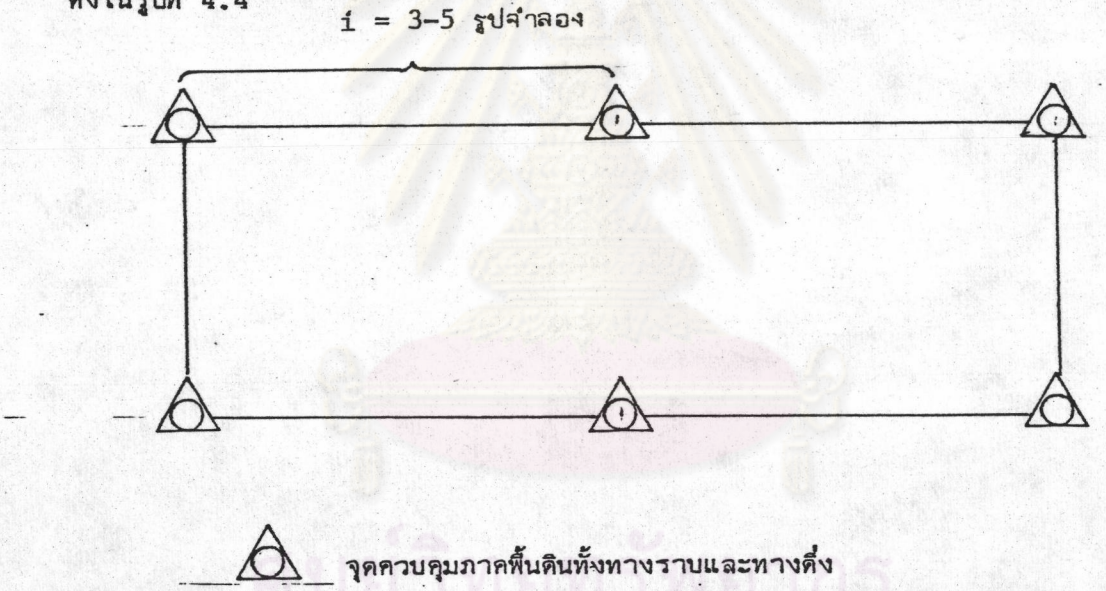
รูปที่ 4.3 ดัชนีภาพถ่าย มาตราส่วน 1:8,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Wild R.C. 8 มีระยะโฟคัส 152.58 มม. ความสูงระดับบินขณะถ่ายภาพประมาณ 1,200 ม. เหนือภูมิประเทศ เริ่มดำเนินการถ่ายภาพ เมื่อเครื่องบินเข้าพื้นที่งานโดยถ่ายไปตามแนวสายส่งที่ได้สำรวจแล้วทางภาคพื้นดินเป็นระยะทาง 8.5 กิโลเมตร โดยให้เป็นไปตามแผนที่แนวบิน (รูปที่ 4.1) และเกณฑ์กำหนด ในข้อ 3.2.2 สำหรับหมายเลขภาพถ่ายได้แสดงไว้ในดัชนีภาพถ่าย รูปที่ 4.3

4.3 การสำรวจจุดควบคุมภาคพื้นดิน

เมื่อได้ภาพถ่าย 1:8,000 แล้วจึงนำมากำหนดตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน โดยอาศัยเครื่องมองภาพสามมิติ (stereoscope) และภาพคู่สามมิติ (stereo pair) ของแถบภาพตามทฤษฎีและหลักการของข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศได้กำหนดช่วงห่างของจุดควบคุม แต่ละแถบดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การวางตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดินในแถบของรูปจำลอง

เนื่องจากการวางตำแหน่งจุดเป็นแบบผสมของรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 ค่าความถูกต้องทางราบ จะอยู่ในระหว่างผลที่ได้จากสมการ 3.1 และสมการ 3.2

ผลจากสมการ 3.1 μ_{xy} = 21.6 ไมโครเมตร

" 3.2 μ_{xy} = 26.4 "

ดังนั้น μ_{xy} = 21.6 - 26.4 "

ค่าความถูกต้องทางดิ่งกับภาพถ่ายมาตราส่วน 1:8,000 ใช้กล้องมีความยาวโฟคัส 152.58 มม. ความสูงระดับบิน H = 1220 ม.

จากสมการ (3.3) ความถูกต้องทางความสูงจะได้รับ μ_z = 0.12 เมตร

สรุปความถูกต้องเมื่อปรากฏในรูปจำลองมาตราส่วน 1:5,000 จะมีค่า

μ_{xy} ประมาณ 0.10 ถึง 0.15 เมตร

μ_z " 0.12 เมตร

ค่าความถูกต้องที่คำนวณได้นี้เพียงพอกับเกณฑ์กำหนดที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.2.3

ขั้นตอนต่อไปนี้คือ การรวบรวมหาค่าพิกัดของจุดควบคุมมาตรฐานที่อยู่บริเวณงานหรือใกล้ที่สุด (ในกรณีที่ไม่ได้ตั้งศูนย์พิกัดลอย) การปฏิบัติได้ดำเนินการโดยเริ่มจากการคัดลอกหมุดควบคุมมาตรฐานจากหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็นงานวงรอบชั้นที่ 1 และที่ 2 (สำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2483-2484 และ 2498) แต่เมื่อออกไปสำรวจในภูมิประเทศจริงทำการค้นคว้าหาหมุดที่ฝังไว้ (ซึ่งจะใช้เป็นหมุดออกงาน) ไม่พบแม้เพียงจุดเดียวคาดว่าคงถูกทำลาย และสูญหายไปหมดแล้ว (ใช้เวลาค้นหา 1 สัปดาห์)

จากการตรวจสอบ โครงการทำแผนที่ตัวเมืองยะลา มาตราส่วน 1:12,500 ถ่ายภาพในมาตราส่วน 1:14,00 เมื่อ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522 มีจุดควบคุมภาพถ่าย (photo control points) หมายเลข 105 AHV (ปรากฏในภาพหมายเลข 105 ในแนวบิน S 26) มีค่าพิกัดในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator Projection System) ดังนี้

ค่าทางทิศเหนือ (Northing) = 719,290.311 เมตร

ค่าทางทิศตะวันออก (Easting) = 752,778.927 "

ค่ากำหนดสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Elevation)

= 28.1431 "

จุดนี้ยังปรากฏให้เห็นเป็นหมุดตะปู วงไว้ด้วยสีน้ำมัน อยู่ที่ทางแยกถนนตรงที่แนวศูนย์กลาง ทางรองตัดกับขอบผิวลาดยางถนนใหญ่ จึงได้ใช้จุดนี้เป็นจุดออกงาน

สำหรับงานสำรวจรังวัดได้กำหนดแนวของงานสำรวจโดยยึดตามแนวสายส่ง ตั้งแต่เสาหมายเลข 0 ถึงหมายเลข 26 เป็นระยะทาง 8.4 กม. เป็นหลัก โดยแบ่งงานเป็น 4 ขั้นตอน ใช้ระยะเวลา 14 วัน

1. การสำรวจสังเขปตามแนวสายวงรอบ
2. การวัดระยะและการวัดมุม
3. การวัดแอซิมัธจากดวงอาทิตย์
4. การถ่ายระดับด้วยกล้องระดับ
5. การคำนวณการปรับแก้ค่ารังวัดจากสนาม

4.3.1 การสำรวจสังเขปตามแนวสายวงรอบ

ระยะทางตามแนวสายงานวงรอบ ประมาณ 20 กม. อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ เข็มทิศ แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 (พร้อมแผ่นแผนที่กับรูปตัดตามแนว:plan and profile drawing ของงานภาคพื้นดินที่ได้สำรวจแล้ว) กระจกให้สัญญาณ หมุดไม้กำหนดจุดตั้งกล้อง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดต้นไม้ ฯลฯ เจ้าหน้าที่สำรวจ 2 นาย คนงาน 2 นาย พร้อมรถรับส่งไปยังจุดที่ทำงานในตอนเช้าและเย็น ตลอดระยะใช้เดินสำรวจ

สายงานวงรอบส่วนหนึ่งได้พยายามให้ผ่านไปตามแนวสายส่งเดิม (ครึ่งหนึ่งของสายวงรอบ) ซึ่งเป็นพื้นที่ภูเขา และป่ายาง แต่พื้นที่เหล่านี้ส่วนใหญ่ได้ตัดถางแนวเขตเดินสายไปบ้างแล้วเกือบตลอด มีเฉพาะบางส่วนที่รอการตกลงเรียกค่าทดแทน โดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นสวนผลไม้ สาเหตุที่วางสายวงรอบแนวนี้ ก็เพื่อที่จะให้ได้แนวสำรวจใหม่ ใกล้เคียงกับแนวสายส่งที่ได้ทำไว้แล้ว

การเดินสำรวจกำหนดจุดตั้งกล้องของสายวงรอบ ได้พยายามให้ระยะระหว่างสถานีไกลที่สุด เพื่อไม่ให้มีจำนวนสถานีเกินเกณฑ์กำหนดของงานวงรอบในช่วงที่ทราบแอซิมัธ (25-35 จุดตั้งกล้องรังวัด) วิธีปฏิบัติกระทำโดยแบ่งผู้ปฏิบัติออกเป็น 2 ชุด สำรวจแนวเล็งด้วยสายตาโดยให้สัญญาณด้วยการส่องกระจก เมื่อแนวเล็งสามารถผ่านได้ จึงเลือกตำแหน่งนั้นเป็นจุดที่จะตั้งกล้องในสายงานวงรอบต่อไปพร้อมกับตอกหมุดไม้ลงบนพื้นแล้วเขียนผังสังเขปและลงหมายเลขไว้พอเป็นที่สังเกตบนหลังภาพถ่าย

ระยะครึ่งหลังของสายวงรอบเป็นถนนและบริเวณคันนา ได้ใช้จักรยานยนต์เป็นยานพาหนะ ทำให้การทำงานคล่องตัวและรวดเร็วขึ้น

4.3.2 การวัดระยะและการวัดมุม

อุปกรณ์วัดระยะเป็นเครื่องวัดระยะอีเลคทรอนิคส์ (electronic distance-measuring instrument) ชนิด MRA.5 (ผลิตโดยบริษัท tellurometer สหรัฐอเมริกา ใช้คลื่นวิทยุวัดระยะได้ตั้งแต่ 100 ม. ถึง 80 กม. ความถูกต้อง 10 mm. + 3 ppm. ระยะอ่านเป็นเมตร) 1 ชุด ประกอบด้วยเครื่องวัด 2 เครื่อง โดยทำหน้าที่สลับกันในการวัดสอบค่าซึ่งกันและกัน (เครื่องที่ทำหน้าที่วัดเรียกว่า master, ทำหน้าที่เป็นเครื่องรับส่งเรียกว่า remote) นอกจากนี้มีเทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น บารอมิเตอร์วัดความดันอากาศ เพื่อใช้คำนวณค่าคลาดเคลื่อนมีระบบเนื่องจากบรรยากาศในภายหลัง อุปกรณ์วัดมุมเป็นกล้องธีโอโดไลท์ Wild T2 ที่หมายเล็ง (Target) สำหรับงานวงรอบสามารถถอดเปลี่ยนได้ และเทปวัดความสูงของกล้องและเครื่องวัดระยะ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน 2 นาย คนงาน 4 นาย พร้อมรถรับ-ส่ง

การปฏิบัติงานกระทำโดยทำการวัดมุมและระยะไปพร้อมกัน การวัดระยะให้เครื่องทั้งสองทำหน้าที่สลับกันเป็นเครื่องวัดและเครื่องรับ-ส่ง พร้อมทั้งบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศของสถานีตั้งเครื่องทุกตำแหน่ง เพื่อนำไปคำนวณหาค่าระยะภายหลัง

การวัดมุมทำการวัด 2 ศูนย์ โดยมีความแตกต่างกันไม่เกิน 5" ด้วยวิธี direction method ตาราง 4.1 เป็นตัวอย่างของค่ารังวัดในสนาม

ตารางที่ 4.1 แสดงการวัดมุมราบ

ที่หมาย (target)	หน้า (face) มุม	อ่านมุมได้ ° ' "	ค่าเฉลี่ย ° ' "	มุมราบ ° ' "	มุมราบที่ได้ ° ' "
L3	D (ซ้าย)	51 0 13.8			
	R (ขวา)	231 0 13.8	51 0 13.8		
L2	R	226 43 15.4		355 43 01.8	
	D	46 43 15.8	46 43 15.6		
					355 43 03.0
L2	D	56 38 05.4			
	R	236 38 04.2	56 38 04.8		
L3	R	240 55 04.2		355 43 04.2	
	D	60 54 57.0	60 55 00.6		

การวัดมุมดิ่งจะวัดไปพร้อมกันเลย เพื่อต้องการทราบความต่างระดับ (ใช้ระดับยีออ-เมตริค ในการทอนระยะลาดเป็นระยะราบ) ตาราง 4.2 เป็นตัวอย่างค่ารังวัดในสนาม การวัดจะวัดย้อนทำ 2 เที่ยว ในแต่ละคู่ของหมุด

ที่หมาย	หน้ามุม	อ่านมุมสูงได้	มุมสูง	มุมสูงที่ได้
L_1 L_3	D	90 31 30.4	- 0 31 30.4	
	R	269 28 22.0	- 0 31 38.0	
	R	269 28 15.2	- 0 31 44.8	
	D	90 31 29.0	- 0 31 29.0	$- 0^{\circ} 31' 35''.6$
L_1 L_2	D	90 21 24.6	- 0 21 24.6	
	R	269 38 23.8	- 0 21 36.2	
	R	269 38 20.8	- 0 21 39.2	
	D	90 21 22.0	- 0 21 22.0	$- 0^{\circ} 21' 30''.5$

ความสูงกล้อง L_1 = 1.49 ม. ที่หมาย L_2 = 1.43 ม. L_3 = 1.36 ม.

ตารางที่ 4.2 แสดงการวัดมุมดิ่ง

4.3.3 การวัดแอซิมัธจากดวงอาทิตย์ กระทำที่จุด 105 AHV

อุปกรณ์ - เช่นเดียวกับการวัดมุม แต่เพิ่มแว่นกรองแสง (sun glass) หน้ากล้อง 1 อัน

- นาฬิกาวัดได้ละเอียดเป็นวินาที (ใช้นาฬิกาควอทซ์เทียบกับเวลามาตรฐานแล้ว)

การปฏิบัติ ทำการวัด 4 ชุด แล้วนำค่าเฉลี่ยไปใช้คำนวณ รายการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 4 ของภาคผนวก ก.

ค่าแอซิมัธคำนวณได้จากสูตร $\text{Cos A} = \dfrac{\text{Sin } \phi \text{ Sin h} - \text{Sin } \delta}{\text{Cos } \phi \text{ Cos h}}$

ซึ่ง ϕ = ละติจูดของตำบล

λ = ลองกิจูด

A = แอซิมัธวัดจากทิศใต้

h = มุมสูงของดวงอาทิตย์

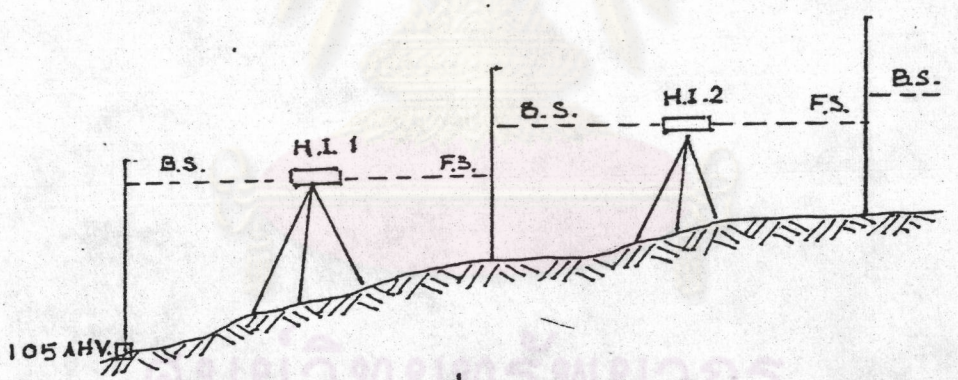
δ = เดคลิเนชั่นของดวงอาทิตย์

4.3.4 การถ่ายระดับด้วยกล้องระดับ

ใช้วิธีการระดับยีออเมตริคชั้นที่ 3 เพื่อหาค่าความสูงของจุดควบคุมทางดิ่ง จำนวน 12 จุด (ซึ่งเป็นตำแหน่งเดียวกันกับจุดควบคุมทางราบ)

อุปกรณ์กล้องระดับ N2. พร้อมไม้สต๊าฟ 1 คู่ เจ้าหน้าที่ 1 นาย คนงาน 2 นาย พร้อมรถรับ-ส่ง ในเส้นทางปฏิบัติงาน

การปฏิบัติเริ่มตั้งไม้สต๊าฟจากจุด 105 AHV ซึ่งมีความสูง 28.143 เมตร เป็นจุดออกเริ่มทำการวัดระดับ โดยวิธี differential levelling ดังแสดงในรูป 4.5



รูปที่ 4.5 การวัดระดับ

4.3.5 การคำนวณการปรับแก้ค่ารังวัดจากสนาม

จากค่างานสำรวจจุดควบคุมทางราบและทางดิ่ง นำมาคำนวณหาพิกัดและระดับความสูง ซึ่งแสดงไว้ในแบบการคำนวณงาน ภาคผนวก ก. ถึง จ. ได้ค่าดังต่อไปนี้

ชื่อหมุด	เหนือ (Northing) (m)	ตะวันออก (Easting) (m)	ระดับความสูง (m)	หมายเหตุ
810 154	719 290.311	752 778.927	28.1431	จุด 105 AHV
810 124	718 850.787	750 605.404	22.2331	
810 125	717 795.979	750 786.365	27.6156	
810 156	718 433.106	752 785.887	33.6561	
810 184	719 322.804	754 849.501	25.8896	
810 185	718 024.496	755 066.999	31.3796	
820 244	719 508.045	753 703.369	24.8561	
820 245	718 691.922	752 453.135	34.4756	
820 294	717 227.497	756 084.019	31.4836	
820 295	716 608.956	755 845.540	36.3371	
820 334	715 156.858	757 732.423	34.3821	
820 335	714 799.868	757 240.427	38.5971	

หมายเหตุ สำหรับตำแหน่งของจุดควบคุม ดูจากรูปที่ 4.7

4.4 การทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศและการปรับแก้

เครื่องมือและอุปกรณ์ - เครื่องร่างแผนที่ชั้นละเอียด (precise plotter) ที่สามารถอ่านค่าพิกัดได้ละเอียดถึง 0.01 มม. งานนี้ใช้เครื่องร่างแผนที่สามมิติ Wild A7. Autograph

- เครื่องถ่ายจุดแบบสามมิติ (point transfer device) ชนิด Wild PUG 4 ปลายเข็มปรุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.06 มม.

- ภาพถ่ายทางอากาศและไดอะโพสิทีป มีหมายเลขตามรูปที่ 4.3

เจ้าหน้าที่ 1 นาย ทำหน้าที่ถ่ายจุดในเครื่องถ่ายจุดและขยายข่ายจุดควบคุมแบบอุปมาณ (Pass Points for Analogical Control Extension)

การทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศได้กำหนดงานจากภาพถ่ายตามรูปที่ 4.3 โดยแบ่งเป็น 2 แนว

แนวแรก จากภาพ 012 ถึง 018 รวม 7 ภาพ 6 รูปจำลอง (บลอคที่ 1)

แนวที่สอง จากภาพ 024 ถึง 033 รวม 10 ภาพ 9 รูปจำลอง (บลอคที่ 2)

การปฏิบัติแบ่งงานออกเป็น

1. การเลือกตำแหน่งจุดผ่าน (pass points)
2. การทำสารบาญกลุ่มรูปจำลอง
3. การถ่ายจุด
4. การทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศโดยรูปจำลองอิสระ
5. การปรับแก้ค่าพิกัด

4.4.1 การเลือกตำแหน่งจุดผ่าน (pass points)

ตามที่ถือปฏิบัติควรเลือกให้อยู่ในพื้นที่ส่วนซ้อนถึง 3 ภาพ ยกเว้นภาพต้น-ท้ายแนว (tree fold overlap ถ้ามีแนวบินข้างเคียง จุดผ่านจะเป็นจุดโยง (tied point) ควรจะปรากฏใน 5 ถึง 6 ภาพ) เป็นจุดที่เห็นชัดในภาพ พร้อมทั้งตำแหน่งที่เหมาะสม คือจุดผ่านบริเวณกลางภาพจะอยู่ใกล้เคียงกับตำแหน่งจุดมุขยสำคัญ (principal point)

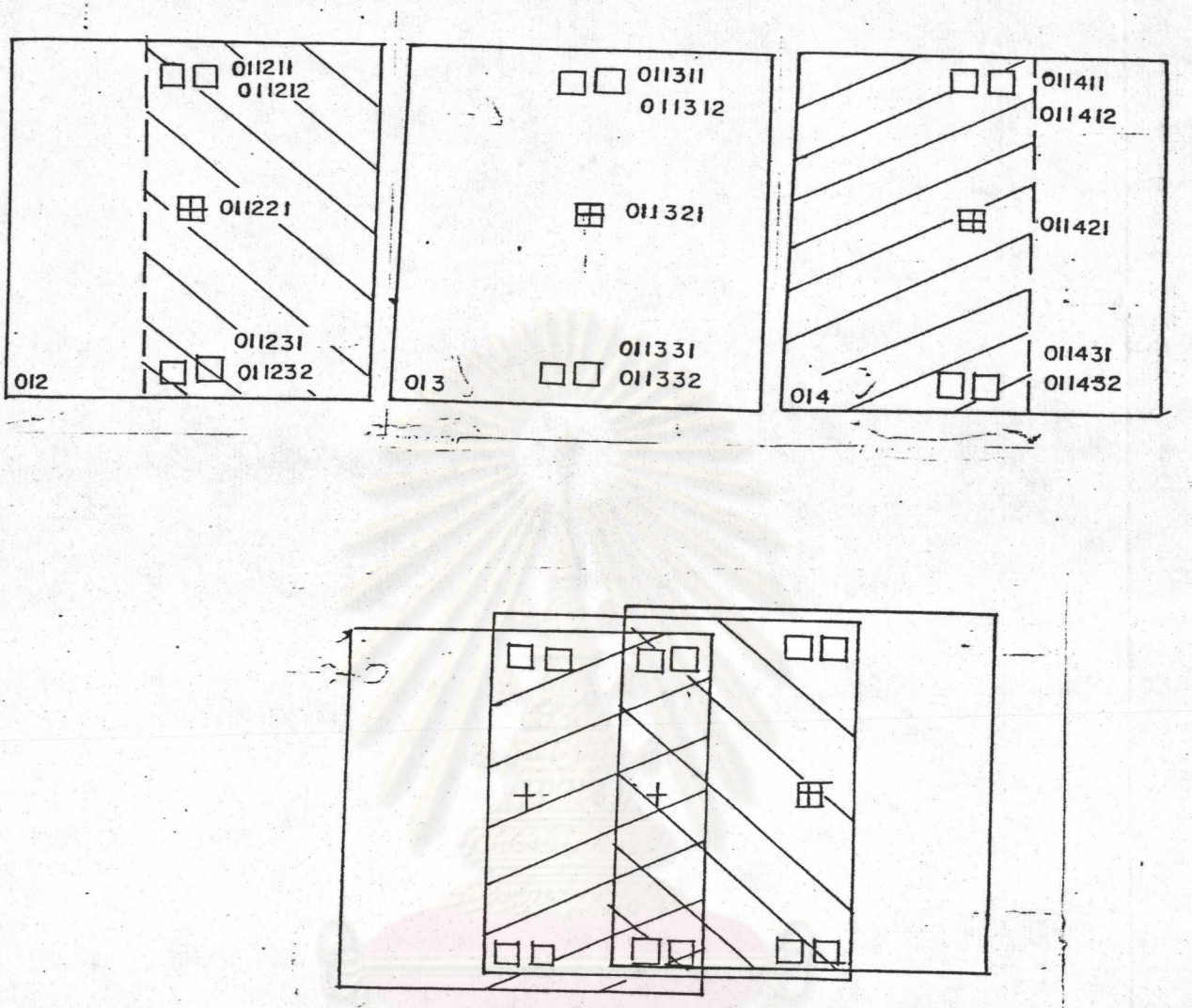
ตำแหน่งจุดผ่านบริเวณริมภาพ จะอยู่ใกล้แนวตั้งฉากกับแนวบินของรูปถ่ายจากจุดมุขยสำคัญ และใช้ได้ถึง 2 จุด ใกล้ ๆ กัน เพื่อป้องกันการผิดพลาด (gross error) ซึ่งหากมีก็สามารถเลือกใช้จุดใดจุดหนึ่งได้ และตำแหน่งจุดจะต้องไม่อยู่ริมภาพเกินไป (ไม่อยู่ในระยะ 1-1.5 ซม. จากขอบภาพซึ่งเป็นบริเวณที่คุณภาพของภาพไม่ดีอันมีสาเหตุจากความเพี้ยน (distortion) และความคมชัด)

หมายเหตุ เฉพาะภาพต้นและท้ายแนวให้อยู่ในส่วนซ้อนของ 2 ภาพ ดูตามรูปที่ 4.6

การกำหนดชื่อหมายเลขจุด จะเป็นไปตามข้อมูลเบื้องต้น (basic data) ในโปรแกรมที่ใช้ปรับแก้ (Ackerman,1976)

4.4.2. การทำสารบาญกลุ่มรูปจำลอง (model group index)

จุดประสงค์เพื่อแสดงการวางตำแหน่งของรูปจำลองที่สัมพันธ์กันพร้อมกับจุดควบคุมภาคพื้นดิน จุดผ่าน และจุดเชื่อมโยงที่ปรากฏ ซึ่งจะสะดวกต่อการตรวจสอบขณะปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังนำไปใช้พิจารณาการจัดกลุ่มรูปจำลอง (model group) ในการปรับแก้ด้วยโปรแกรม PAT M-43 อีกด้วย



รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่งของจุดในภาพถ่าย

การปฏิบัติงานเริ่มตั้งแต่ได้รับภาพถ่ายทางอากาศ และกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินแล้ว จึงเลือกกำหนดจุดผ่านและจุดเชื่อมโยงบนภาพถ่าย ย่อส่วนโดยประมาณของขนาดภาพ และตำแหน่งจุดลงบนกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 4.7 (ตำแหน่งที่กำหนดไว้แล้วอาจเปลี่ยนแปลงได้ภายหลังทำการตรวจสอบในขั้นตอนของการถ่ายจุด)

4.4.3 การถ่ายจุดเครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องถ่ายจุด Wild PUG 4 สำหรับจุดผ่านแบ่งเป็น 2 ประเภท คือจุดผ่านที่อยู่ในแต่ละแนวอิสระและจุดผ่านที่ปรากฏอยู่ทั้งสองแนว (จุดเชื่อมโยง) ในการปฏิบัติจะทำการปรับเครื่องถ่ายจุด Wild PUG 4 ให้อยู่ในภาพพร้อมที่จะใช้งาน

แล้วนำไดอะโพสิทีฟวางบนที่วางของเครื่อง เลื่อนบริเวณภาพของจุดที่จะปรุ ปรับให้เห็นเป็นรูปจำลองสามมิติด้วยควงเคลื่อนทางแกน X และแกน Y ของแท่นวางภาพซ้าย-ขวา การปรับขยายภาพสามารถขยายได้ตั้งแต่ 6 ถึง 24 เท่า ปกติจะใช้ 6 เท่า เพราะให้ภาพคมชัดพอเหมาะ

การปรุจุดของจุดผ่านอิสระนั้น เมื่อเกิดเป็นรูปจำลองสามมิติแล้ว จัดให้ measuring mark อยู่ ณ จุดที่ต้องการปรุหรือถ่ายจุดให้ปรุจุดเดียว ด้านไดอะโพสิทีฟที่วงตำแหน่งไว้ (การปฏิบัติโดยการกดปุ่มด้านที่ต้องการด้านเดียว เข็มจะหมุนขุดเอาน้ำยาฉาบบนไดอะโพสิทีฟ เป็นจุดขนาดปลายเข็มขุดประมาณ 0.06 มม.)

การปรุจุดผ่านที่ปรากฏใน 2 แนว เพื่อที่จะให้ตรงกัน ให้กระทำโดยนำไดอะโพสิทีฟแนวแรกและแนวที่สองซึ่งได้วงทำเครื่องหมายไว้ วางไดอะโพสิทีฟบนแท่นรองรับของเครื่องให้ส่วนที่ซ้อนกัน หันเข้าหากัน (overlap inside) ปรับภาพสามมิติและถ่ายจุด ทำไปพร้อม ๆ กัน ทั้งสองด้านของไดอะโพสิทีฟ

4.4.4 การทำข่ายสามเหลี่ยทางอากาศโดยรูปจำลองอิสระ

ใช้เครื่องร่างแผนที่สามมิติ (เครื่องที่ปฏิบัติงานใช้เครื่องร่างเอนกประสงค์ Wild A7 แต่คงที่สภาวะเป็นฐานในตลอด) มีระยะฉาย (projection distance:Z) ตั้งแต่ 140 ถึง 490 มม. ดังนั้นย่านระยะ Z = 490 - 140 = 350 มม. มาตราส่วนของโมเดลที่ใช้จะอยู่ในระหว่าง

$$\frac{Z_{min}}{C} \times \text{มาตราส่วนของภาพถ่าย จนถึง } \frac{Z_{max}}{C} \times \text{มาตราส่วนของภาพถ่าย}$$

โดยที่ C เป็นระยะมุขยสำคัญ (principal distance) = 152.33 เนื่องจากมาตราส่วนของภาพถ่าย 1:8,000

Z_{min} = 140 มม.

Z_{max} = 490 มม.

มาตราส่วนของรูปจำลองจะอยู่ระหว่าง $\frac{1}{8,705}$ ถึง $\frac{1}{2,487}$

ตามปกติมักใช้ระยะ z ที่มากที่สุดเพื่อให้ได้มาตราส่วนใหญ่ มีขนาดรูปจำลองใหญ่ สะดวกต่อการวัดจุด และเผื่อไว้สำหรับพื้นที่ของรูปจำลองมีระดับสูงต่ำต่างกัน จะใช้เพียง 80% ของระยะ z (ITC Lecturenote, 1970)

ขั้นตอนลำดับงาน

(1) - ตั้งระยะมุขยสำคัญ (principal distance)

- ปรับแผ่นกริดซึ่งมีระยะห่าง 2 ซม. (อาจใช้กริดระยะห่าง 1 ซม. ก็ได้) ยึดบนที่รองรับไดอะโพสิทีฟของเครื่อง

(2) - ตั้งระยะ bx

$$bx = b \times \frac{Z'}{C}$$

b = ระยะ photo base เฉลี่ยของทั้งแนว

C = ระยะมุขยสำคัญ

$Z' = 0.8 \times Z_{max}$

ตัวอย่างเช่น วัดค่า b จาก 6 รูป

$$b_{เฉลี่ย} = \frac{89.0 + 95.2 + 92.2 + 88.5 + 92.2 + 84.0}{6} = 90.18$$

ดังนั้น $bx = 90.18 \times \frac{0.8 \times 350}{152.33} = 165.76$ มม.

ซึ่งจะได้มาตราส่วนรูปจำลองประมาณ 1:4,300 จึงเลือกใช้มาตราส่วนของรูปจำลองเป็น 1:5,000

(3) - ตั้งควงปรับภาพสัมพัทธ์ (orientation elements) ที่ศูนย์หรือ central position สำหรับควงที่มีผลต่อตำแหน่งของศูนย์กลางของการฉาย (projection centres) จะไม่ใช้หรือเปลี่ยนแปลง เช่น by, bz, bx เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนจุดศูนย์กลางของการฉาย

(4) - ตั้ง height scale ให้อ่านได้เป็น มม. เช่นเดียวกันกับพิกัดทาง X และ Y สำหรับ Wild A7 หมายเลข 176 นี้ ตั้งเฟืองทด เพื่อให้อ่านได้ละเอียดขีดละ 0.01 มม. (ใช้เฟืองเกียร์ชุด Cb 1,000) การตรวจสอบโดยการเลื่อนแคร่แกน Z (Z-carraige)

เปรียบเทียบกับค่าอ่านที่ได้

(5) - ทำการวัดแบบโมโน (monocular measurements) เพื่อวัดพิกัดตำแหน่งของ projection center หลังจากทำการรังวัดแล้ว นำค่าพิกัดแต่ละรูปจำลองจัดเรียงลำดับพร้อมกับค่าจุดศูนย์กลางของการฉาย (projection center:PC) ให้ตรงกันแต่ละแนว เช่น

ในแนวแรก PC_{L1} ของโปรเจคเตอร์ซ้าย

PC_{R1} ของโปรเจคเตอร์ขวา

นำมาประกอบกับค่าพิกัดของจุดต่าง ๆ ในรูปจำลองที่ 1 และถัดไป

Model 10102	X	Y	Z
PC_{L1}	-	-	-
PC_{R1}	-	-	-
11211	-	-	-
.			
.			
.			
.			
11311	-	-	-

Model 10203			
PC_{L1}	-	-	-
PC_{R1}	-	-	-
11311	-	-	-
.			
.			
.			
.			
11411	-	-	-

จนครบถึง Model 10607

สำหรับในแนวที่สองก็จะใช้ PC_{L2}, PC_{R2} นำมาจัดเรียงเช่นเดียวกัน (สำหรับกรณีที่มีการรังวัดใหม่บางรูปจำลอง เมื่อตรวจสอบพบความผิดก่อนนำไปปรับแก้หรือภายหลังทำการปรับแก้แล้ว P.C. ของรูปจำลองใหม่จะต้องวัดใหม่และนำไปใช้เฉพาะกับรูปจำลองนั้น)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.5 การปรับแก้ข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ

ข้อมูลทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยค่าพิกัดของจุด และข้อมูลเบื้องต้น (basic data) ถูกถ่ายทอดลงบนบัตรข้อมูล (card punch) ด้วยเครื่องเจาะบัตร (card punch machine)

การจัดทำบัตรข้อมูลทั้งหมดให้เป็นไปตามลำดับของโปรแกรมที่กำหนดไว้ (Ackerman, 1976) แล้วนำส่งประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 3031-004 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ซึ่งติดตั้งโปรแกรม PAT M-43 ไว้

การปรับแก้แยกกระทำเป็น 2 แถบ (บลอค) ผลของการปรับแก้แสดงไว้ในภาคผนวก ช. สำหรับค่าความถูกต้องเฉลี่ยที่ได้จากการปรับแก้ปรากฏว่า

ความถูกต้องเฉลี่ยของแถบแรก (จากภาพถ่ายหมายเลข 012 ถึง 018)

ค่าทางพิกัดราบ = 0.244 เมตร

ค่าทางระดับสูง = 0.200 "

ความถูกต้องเฉลี่ยของแถบที่สอง (จากภาพถ่ายหมายเลข 024 ถึง 033)

ค่าทางพิกัดราบ = 0.300 เมตร

ค่าทางระดับสูง = 0.250 "

4.5 การสร้างรูปจำลองและการเขียนแผนที่กับรูปตัดตามแนว

อุปกรณ์ - เครื่องมือร่างแผนที่สามมิติ ชนิด Wild A8

- ชุดประกอบของการทำโปรไฟล์ Wild PR1 Profiloscope และ Cross-section grid plate ขนาด 320 มม. × 270 มม.

- แผ่นต้นร่างที่เตรียมสำหรับลงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดินและจุดผ่าน (เพื่อใช้ในขั้นตอนของการปรับภาพสัมบูรณ์) ซึ่งได้ตีเส้นกริดแล้ว โดยแบ่งเป็น 2 ชุด

ชุดแรก เส้นกริดห่าง 4 ซม. (แผนที่ 1 ถึง 5)

ชุดที่สอง เส้นกริดห่าง 8 ซม. (แผนที่ 6 ถึง 11)

พร้อมกำหนดพิกัดของเส้นกริดในมาตราส่วน

- แผ่นแผนที่กับรูปตัดตามแนวมาตราส่วน 1:2,500 และ 1:500 ตามลำดับ

- แผ่นไดอะโพสิทีฟมาตราส่วน 1:8,000 (ชุดเดียวกับที่ใช้ทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ ซึ่งมีจุดที่ถ่ายทอดจากเครื่องถ่ายทอดจุดแล้ว)

การปฏิบัติงานแบ่งขั้นตอนออกเป็น

1. การเตรียมงานและสร้างรูปจำลองสามมิติพร้อมปรับมาตราส่วนและระดับ

2. การถ่ายทอดรายละเอียดทางราบ ลงตำแหน่งเสาและจุดอ้างอิง

3. การบันทึกและลงเส้นระดับตามแนว

4.5.1 การเตรียมงานและสร้างรูปจำลองสามมิติ

นำแผ่นต้นร่างมาลงตำแหน่งของจุดควบคุมภาพถ่ายที่มีอยู่ภายในแต่ละรูปจำลอง (ในที่นี้ใช้แผ่นต้นร่าง 1 ระวางต่อ 1 รูปจำลอง) จำนวนทั้งหมด 11 ระวาง

เนื่องจากได้รังวัดค่าพิกัดตำแหน่งเสาที่ 12 และที่ 20 ในภูมิประเทศขณะทำการสำรวจงานวงรอบไว้ด้วย จึงนำมาลงบนแผ่นต้นร่าง แล้วลากเส้นต่อได้เป็นแนวสายโดยประมาณ ส่วนแนวสายที่นอกเหนือจากนี้ อาศัยเทียบประมาณจากแผ่นแผนที่และรูปตัดตามแนวที่สำรวจทางภาคพื้นดิน (จุดประสงค์เพื่อให้แนวสายที่ได้จากรูปจำลองใกล้เคียงแนวสายเดิม)

ดังนั้นแผ่นต้นร่างที่ได้แต่ละแผ่นจะปรากฏจุดควบคุมภาพถ่ายทุกจุดภายในรูปจำลองและเส้นแนวสายส่งโดยประมาณทุกระวาง

ขั้นตอนต่อไปนี้คือ ปรับเครื่องร่างสามมิติ Wild A8 ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

- ตั้งระยะมุขยสำคัญของกล้องฉาย (Projectors)
- ตั้งไดอะโพสิทีฟให้ได้ศูนย์กลางและวางลงบนที่รองรับ
- ตั้งคลงปรับภาพสัมพัทธ์ที่ตำแหน่งศูนย์
- เลือกมาตราส่วนของรูปจำลอง 1:5,000 และใช้มาตรวัดทางสูง (height scale) ในมาตราส่วนนี้ด้วย 1 ขีด ของมาตรวัด = 0.5 ม.
- เลือกมาตราส่วนของการเขียน 1:2,500 ใช้เฟืองส่งผ่าน (tranmission gears) หมายเลข 1:2 จากรูปจำลองไปยังโต๊ะเขียน (plotting table) ขยายเป็น 2 เท่า
- ตั้งค่าฐานของรูปจำลอง; bx (instrument base)

$$bx = b \times \frac{\text{มาตราส่วนของรูปจำลอง}}{\text{มาตราส่วนของแผนที่}}$$

ให้ b = ฐานภาพถ่าย (photo base)

- ตั้งระยะฉายของรูปจำลอง: Z (projection distance)

$$Z = C \times \frac{\text{มาตราส่วนของรูปจำลอง}}{\text{มาตราส่วนของแผนที่}}$$

ให้ C = เป็นระยะมุขยสำคัญ

ทำการจัดภาพสัมพัทธ์ (relative orientation) ด้วยวิธีสองกล้องฉาย (swing-swing method) แล้วทำการจัดภาพสัมบูรณ์ (absolute orientation)

เริ่มทำมาตราส่วน (scaling) โดยอาศัยเทียบกับจุดที่กำหนดลงบนแผ่นต้นร่าง ใช้ควง bx ในการปรับ

- ทำระดับของรูปจำลองให้ถูกต้อง (levelling) โดยใช้ควง common phi (Φ), ω' และ ω''

- ตรวจสอบผลของการจัดภาพสัมบูรณ์ โดยกำหนดให้ความต่างทางระดับสูงระหว่างค่าระดับสูงที่อ่านได้จากเครื่องและจากที่ลงไว้ในแผ่นต้นร่าง (ค่าจากงานปรับแก้) ไม่ควรต่างกันเกิน $\frac{0.2 \times \text{ความสูงระดับบิน}}{1,000}$

$$= \frac{0.2 \times 1,218.64}{1,000} \approx 0.25 \text{ ม.}$$

ความต่างทางราบ ณ จุดที่กำหนดในแผ่นต้นร่างไม่เกิน 0.2 มม.

บันทึกความต่างทางราบและความต่างทางระดับสูงของแต่ละจุด แล้วประเมินความถูกต้องของรูปจำลอง (ITC Lecturenote 1970:P7)

ความถูกต้องทางราบของรูปจำลอง: $m_p = \pm\sqrt{\frac{\Sigma \Delta l^2}{m-2}}$

Δl คือความต่างทางราบ

m คือจำนวนจุดทางราบ

ความถูกต้องทางกำหนดสูงของรูปจำลอง: $m_h = \pm\sqrt{\frac{\Sigma \Delta h^2}{n-3}}$

Δh คือความต่างทางระดับสูง

n คือจำนวนจุดทางระดับสูง

เช่นตัวอย่างระวางที่ 2 รูป 014 - 015

$$n, m = 12 \quad m_p = \sqrt{\frac{0.2125}{12-2}} = 0.15 \text{ มม.}$$

$$m_h = \sqrt{\frac{0.4225}{12-3}} = 0.217 \simeq 0.22 \text{ มม.}$$

4.5.2 การลงรายละเอียดทางราบบริเวณตำแหน่งเสา

การถ่ายทอดรายละเอียดทางราบลงตำแหน่งเสาและจุดอ้างอิง ทำโดยนำแผ่นที่เตรียมทำแผนที่และระดับตามแนว ทาบบนแผ่นต้นร่าง (แผ่นต้นร่างเป็นแผ่นลงกริดที่ใช้สำหรับการปรับภาพสัมบูรณ์) ให้เส้นแนวสายส่งที่กำหนดไว้ในแผ่นทั้งสองตรงกัน เขียนรายละเอียดในรูปจำลองไปตามเขตเดินสายไฟ (ระยะ 25 เมตร จากแนวศูนย์กลาง) ในกรณีที่ต้องการกำหนดแนวสายและลงตำแหน่งเสา สามารถทำได้ในรูปจำลอง เพราะเลือกได้หลาย ๆ แนว การพิจารณาวางแนวให้เป็นไปตามข้อกำหนดและเงื่อนไขการวางสายส่ง ซึ่งกล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.2

จากการเปรียบเทียบแนวสายส่งจากภาคพื้นดินที่ได้ลงตำแหน่งเสาแล้ว พิจารณาประกอบหากำหนดตำแหน่งเสาบนรูปจำลองพร้อมกับจุดอ้างอิง (reference point) อ่านค่าพิกัดของตำแหน่งเสา, จุดอ้างอิงและจุดควบคุมภาพถ่ายในรูปจำลอง นำไปคำนวณเป็นพิกัดทางภาคพื้นดิน, มุมและระยะระหว่างจุด

พิกัดที่อ่านได้นำมาแปลงค่า (transformation) แบบ linear conformal transformation (H. Bylsma, 1976)

$$E = ax + by + C_E \quad \text{..... (1)}$$

$$N = -bx + ay + C_N \quad \text{..... (2)}$$

E = ค่าทางตะวันออกในภูมิประเทศ

N = ค่าทางเหนือในภูมิประเทศ

a,b= ตัวพารามิเตอร์ของ conformal transformation

โดย $a = \lambda \cos \theta$ λ = มาตราส่วน

$b = \lambda \sin \theta$ θ = การหมุนไปของแกนพิกัด

C_E, C_N = พารามิเตอร์ของการเลื่อนไปของแกนพิกัด

การคำนวณทำโดยนำค่าพิกัดที่อ่านได้จากเครื่องฯ (X, Y) ของจุดควบคุมและค่าพิกัด E, N แทนค่าเพื่อหาค่า a, b, C_E, C_N ซึ่ง 2 จุด ก็สามารถหาได้ ในกรณีที่มีมากกว่า 2 จุด ให้ใช้ Least Square Solution

กาหาค่าพิกัดตำแหน่งในภูมิประเทศของตำแหน่งเสาและจุดอ้างอิง ซึ่งอ่านค่าออกมาเป็นค่า X, Y กระทำได้โดยแปลงเป็นค่า E, N ในสมการที่ (1) และ (2) หลังจากทราบค่า a, b, C_E, C_N แล้ว

หมายเหตุ เพื่อความสะดวกโดยไม่ต้องแปลงพิกัด ให้ใช้วิธีตั้งค่าอ่านพิกัดของเครื่องให้ตรงกับค่าพิกัดในภูมิประเทศ สำหรับเครื่องที่มีโต๊ะเขียนอ่านได้โดยตรง (ชุด optical coordinate display with scale computer ประกอบกับโต๊ะเขียน Wild Aviotab. TA)

การลงรายละเอียดแสดงมุม ระยะจากจุดเสาไปยังจุดอ้างอิงในพิกัดภาคพื้นดิน ตลอดจนมุมที่แนวสายเบนออกไปได้จากการคำนวณ (Trutman, 1972)

ตัวอย่าง จุดเสามีพิกัด E_1, N_1 จุดอ้างอิงมีพิกัด E_2, N_2 หาระยะ (d_{12}), มุม (t_{12}) จากจุดเสาไปยังจุดอ้างอิง

$$t_{12} = \tan^{-1} \frac{E_2 - E_1}{N_2 - E_1}$$ มุม t_{12} เป็นแอซิมัธจากเหนือ

$$d_{12} = \frac{E_2 - E_1}{\text{Sin } t_{12}} \text{ หรือ } \frac{N_2 - N_1}{\text{Cos } t_{12}}$$

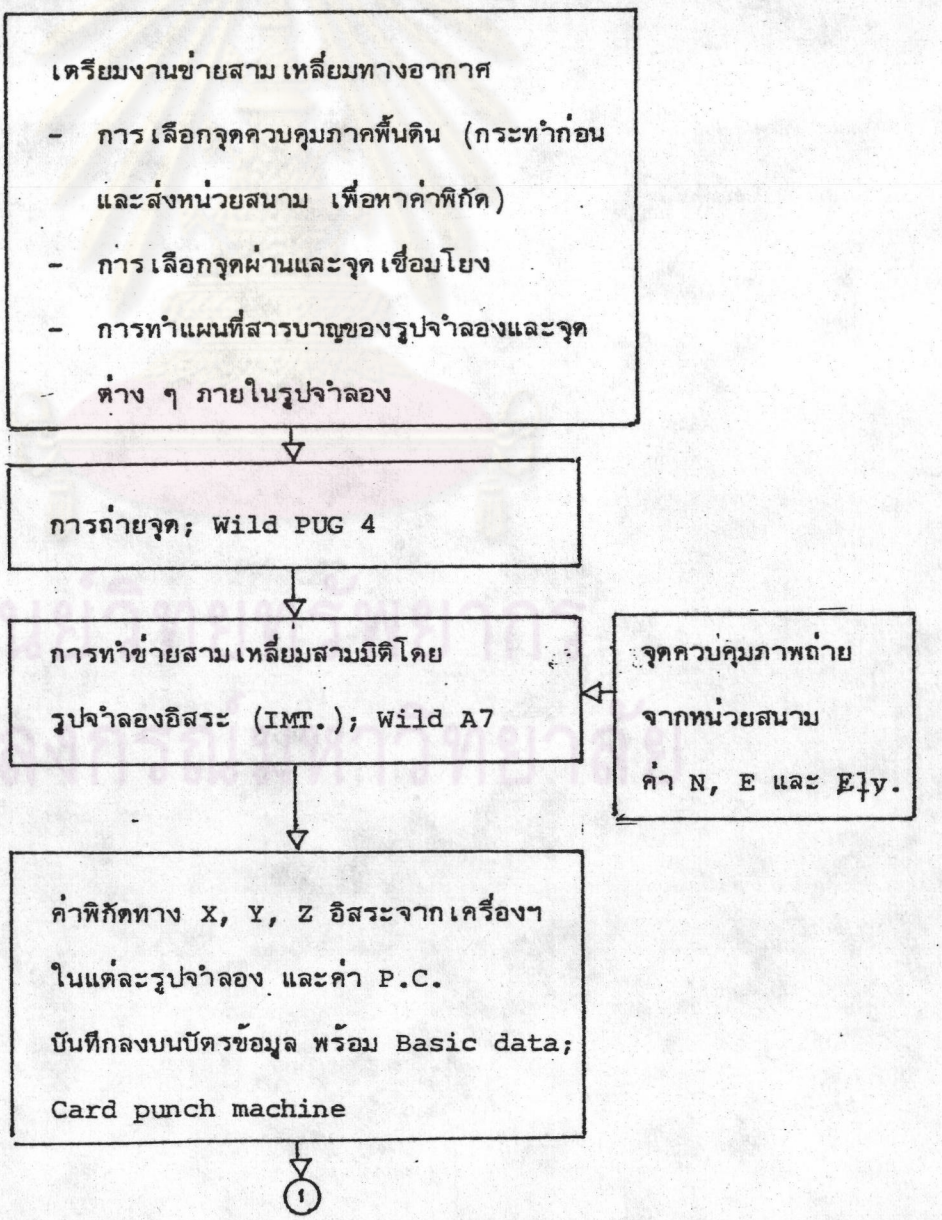
4.5.3 การบันทึกและลงเส้นระดับตามแนว

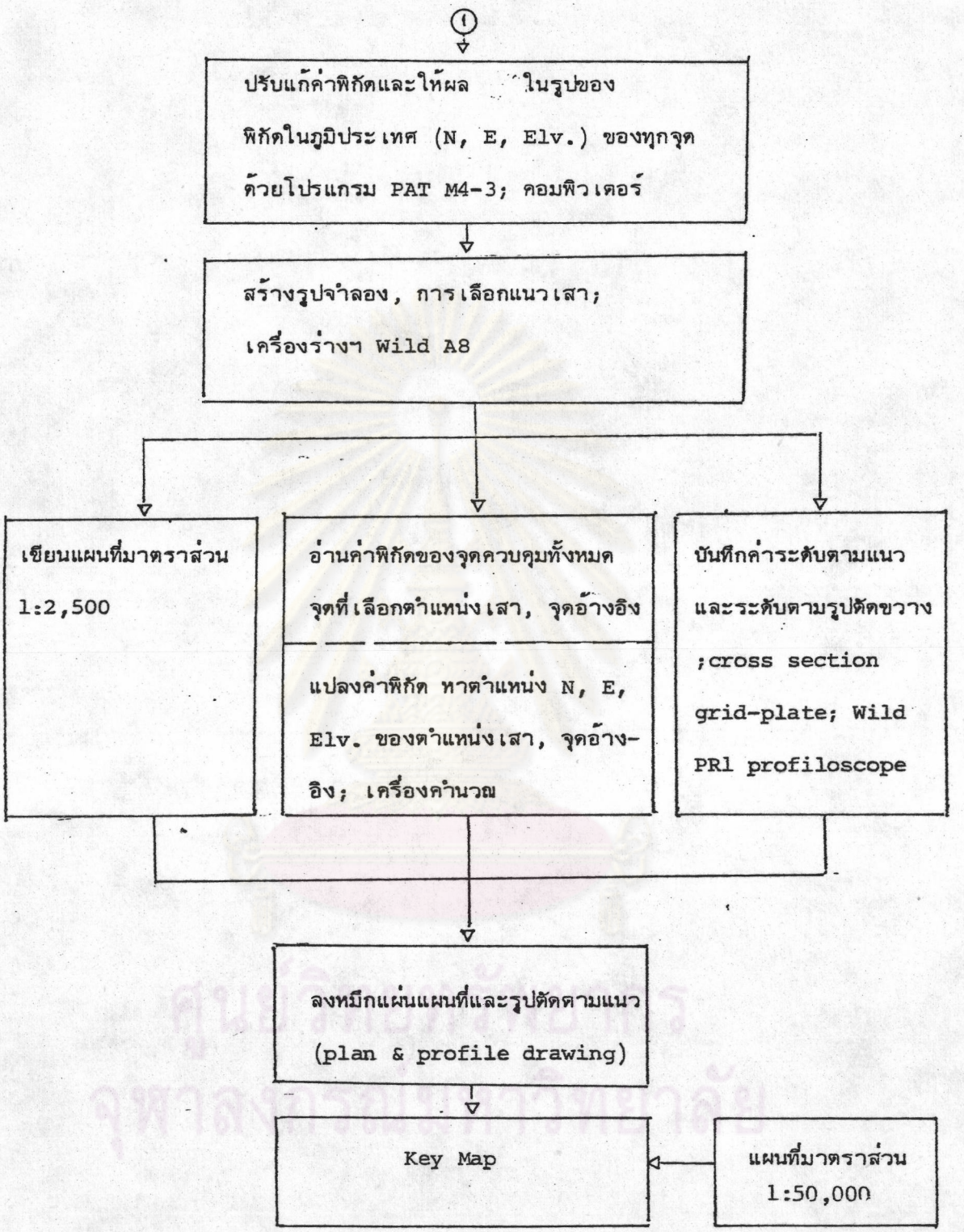
นำแผ่น cross-section grid plate ทาบกับแนวเส้นตรงบนแผ่นแผนที่ฯ ที่กำหนดเป็นแนวสายส่ง ประกอบกับ profiloscope ซึ่งจะสะท้อนภาพของแนวเส้นขีดแบ่งระยะตามแนวและตามรูปตัดขวาง โดยปรากฏพร้อมกับจุดบนจอที่สะท้อนในขนาดขยาย เมื่อจุดบนจอปรากฏทับเส้นตรงขีดแบ่งระยะตามที่ต้องการ บันทึกค่าระดับแล้วนำลงในส่วนของระดับตามแนวของแผ่นแผนที่กับรูปตัดตามแนว

การปฏิบัติในขั้นตอน 4.4 และ 4.5 จะทำไปพร้อมกันจนครบรูปจำลองที่ปรากฏแนวสายส่งฯ

ระวางที่	หมายเลขภาพถ่ายในรูปจำลอง	ระวางที่	หมายเลขภาพถ่ายในรูปจำลอง
1	013-014	6	027-028
2	014-015	7	028-029
3	015-016	8	029-030
4	016-017	9	030-031
5	017-018	10	031-032
		11	032-033

สรุปลำดับขั้นตอนงาน เริ่มจากการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศจนถึงการเขียนแผนที่และรูปตัดตามแนว พอสรุปได้คือ




ปรับแก้ค่าพิกัดและให้ผล ในรูปของ
พิกัดในภูมิประเทศ (N, E, Elv.) ของทุกจุด
ด้วยโปรแกรม PAT M4-3; คอมพิวเตอร์
สร้างรูปจำลอง, การเลือกแนวเสา;
เครื่องร่างฯ Wild A8
เขียนแผนที่มาตราส่วน
1:2,500
อ่านค่าพิกัดของจุดควบคุมทั้งหมด
จุดที่เลือกตำแหน่งเสา, จุดอ้างอิง
แปลงค่าพิกัด หาตำแหน่ง N, E,
Elv. ของตำแหน่งเสา, จุดอ้าง-
อิง; เครื่องคำนวณ
บันทึกค่าระดับตามแนว
และระดับตามรูปตัดขวาง
;cross section
grid-plate; Wild
PR1 profiloscope
ลงหมึกแผ่นแผนที่และรูปตัดตามแนว
(plan & profile drawing)
Key Map
แผนที่มาตราส่วน
1:50,000

4.6 การเปรียบเทียบความถูกต้องและค่าใช้จ่ายของการสำรวจทั้งสองวิธี

ได้แยกการเปรียบเทียบของผลงานที่ได้ออกเป็น

- การเปรียบเทียบความถูกต้อง
- การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

4.6.1 การเปรียบเทียบความถูกต้อง

4.6.1.1 ความถูกต้องของงานสำรวจด้วยภาพถ่าย

จาก ITC (1970) ได้กล่าวถึงความถูกต้องของงานที่ได้จากการสำรวจด้วยเทคนิคของภาพถ่าย ประกอบด้วย

- ความถูกต้องของจุดควบคุมภาพถ่าย (σ_{CONTR})
- ความถูกต้องของการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ (σ_{AT})
- ความถูกต้องของงานที่ได้จากเครื่องร่างแผนที่ (σ_{REST})
- ความถูกต้องของงานเขียนแผนที่และรูปตัดตามแนว (σ_{CART})

เขียนเป็นรูปสมการได้คือ

$$\Sigma\ \sigma^2 = \sigma^2_{CONTR} + \sigma^2_{AT} + \sigma^2_{REST} + \sigma^2_{CART} \qquad \ldots\ldots\ (4.1)$$

เนื่องจากความถูกต้องที่ได้ภายหลังจากงานปรับแก้ เป็นผลรวมจากความถูกต้องของจุดควบคุมและการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ

$$\sigma^2_{FINAL} = \sigma^2_{CONTR} + \sigma^2_{AT} \qquad \ldots\ldots\ (4.2)$$

เขียนสมการ (4.1) ได้เป็น

$$\Sigma\ \sigma^2 = \sigma^2_{FINAL} + \sigma^2_{REST} + \sigma^2_{CART} \qquad \ldots\ldots\ (4.3)$$

ความถูกต้องที่ได้นี้แบ่งออกเป็น

- ความถูกต้องทางราบ (σ_{pl})
- ความถูกต้องทางระดับความสูง (σ_H)

เมื่อพิจารณาความถูกต้องทีละค่า เพื่อนำไปแทนในสมการ (4.3)

σ_{FINAL} - ได้จากผลการปรับแก้งานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ค ดังนี้

แถบแรก	ทางราบ	σ_{pl}	= 0.244	เมตร
	ทางดิ่ง	σ_{H}	= 0.200	เมตร
แถบที่สอง		σ_{pl}	= 0.300	เมตร
		σ_{H}	= 0.250	เมตร

เฉลี่ยความถูกต้องของทั้งสองแถบ (ของงาน AT. ทั้งหมด)

$$\sigma_{pl} = \sqrt{\frac{(0.244)^2 + (0.300)^2}{2}}$$

$$= 0.27 \text{ ม.}^2$$

$$\sigma_{H} = \sqrt{\frac{(0.200)^2 + (0.250)^2}{2}}$$

$$\sigma_{H} = 0.23 \text{ ม.}^2$$

σ_{REST} - ได้จากการประมาณความถูกต้องงานที่ได้จากรูปจำลอง ภายหลังการปรับภาพสัมบูรณ์แล้ว (หัวข้อ 4.5.1) มีค่าความถูกต้องในแต่ละรูปจำลองดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงการประมาณความถูกต้องของรูปจำลอง

ระวางที่	หมายเลขภาพที่ประกอบรูปจำลอง	σ_{pl} หรือ m_p (มม.)	σ^2_{pl}	σ_H หรือ m_h (ม.)	σ^2_H	หมายเหตุ
1	013-014	0.201	.040401	0.248	.061504	อยู่ในแถบ-
2	014-015	0.150	.022500	0.220	.048400	แรก
3	015-016	0.160	.025600	0.256	.065536	"
4	016-017	0.190	.036100	0.245	.060025	"
5	017-018	0.210	.044100	0.216	.046656	"
6	027-028	0.214	.045796	0.219	.047961	อยู่ในแถบ
7	028-029	0.125	.015625	0.260	.067600	ที่สอง
8	029-030	0.110	.012100	0.231	.053361	"
9	030-031	0.173	.029929	0.158	.024964	"
10	031-032	0.125	.015625	0.131	.017161	"
11	032-033	0.173	.029927	0.236	.055696	"
		$\Sigma\sigma^2_{pl}$ =	.317705	$\Sigma\sigma^2_H$ =	.548864	
		$\Sigma\sigma^2_{pl}/11$ =	.028882	$\Sigma\sigma^2_H/11$ =	.049897	
		σ_{pl} =	0.170	σ_H =	0.223	

จากผลการคำนวณในตาราง 4.3 จะได้ค่าเฉลี่ยของ

ความถูกต้องทางราบ σ_{pl} = 0.170 มม. ในมาตราส่วน 1:2,500

= 0.425 ม. ในภูมิประเทศ

ความถูกต้องทางระดับสูง σ_H = 0.223 ม. ในภูมิประเทศ

σ_{CART} - พิจารณาจากการเขียนลายเส้นและลงหมึกได้ $\sigma_{pl} \approx 0.2$ มม. ($\sigma^2_{pl} = 0.04$) ในมาตราส่วน 1:2,500 หรือ 0.5 ม. ในภูมิประเทศ

การลงเส้นระดับตามแนวมีผลให้ $\sigma_H \approx 0.2$ มม. ในมาตราส่วน 1:500 หรือ 0.1 ม. ในภูมิประเทศ

การประมาณความถูกต้องทางราบ (σ_{pl}) โดยการแทนค่าความถูกต้องในสมการ (5.3)

$$\Sigma \sigma^2_{pl} = (0.27)^2 + (0.425)^2 + (0.5)^2$$

$$= 0.7 \text{ ม.}$$

หรือ = 0.28 ≈ 0.3 มม. ในมาตราส่วน 1:2,500

การประมาณความถูกต้องทางระดับความสูง

$$\Sigma \sigma^2_H = (0.23)^2 + (0.223)^2 + (0.1)^2$$

$$\sigma_H = 0.3 \text{ ม.}$$

หรือ = 0.6 มม. ในมาตราส่วน 1:500

หมายเหตุ ความถูกต้องที่ได้ทั้งหมดนี้ เป็นความถูกต้องประมาณที่ประเมินจากความละเอียด (precision) ของการตรวจสอบงานภายในสำนักงาน (ITC, 1970) สำหรับการที่จะได้ตัวเลขของความถูกต้องแน่นอน จะต้องนำงานที่ได้ทั้งหมด (แผนที่และรูปตัดตามแนว) ไปตรวจสอบและรังวัดเทียบในสนามหรือภูมิประเทศจริง (Field checks)

4.6.1.2 ความถูกต้องของงานสำรวจภาคพื้นดิน

ความถูกต้องของงานสำรวจภาคพื้นดิน ซึ่งพิจารณาจากผลงานสำรวจซึ่งลงในแผนที่และรูปตัดตามแนว สามารถประเมินค่าได้เช่นเดียวกันดังนี้

พิจารณาความถูกต้องทางราบจาก $\Sigma \sigma_{pl}^2 = \sigma_{SH}^2 + \sigma_{CART}^2$ ... (4.4)

พิจารณาความถูกต้องทางระดับความสูงจาก $\Sigma \sigma_{H}^2 = \sigma_{SV}^2 + \sigma_{CART}^2$ ... (4.5)

ในทางปฏิบัติการสำรวจแนวสายได้ใช้กล้องธีโอโดไลท์วัดระยะและระดับตามแนวสายโดยอาศัยการอ่านสเตเดียประกอบกับไม้ระดับ (staff) โดยวางไปตามแนวสายส่งที่ได้กำหนดแล้ว จาก Raymond (1981) ได้ประมาณความถูกต้องไว้ว่า

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดระยะ (σ_{SH}) = 0.3 ม. ในระยะวัด 100 ม.

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดระดับ (σ_{SV}) = 0.1 ม. ในระยะวัด 100 ม.

ดังนั้นความถูกต้องของแผนที่และรูปตัดขวางที่ได้จากการสำรวจภาคพื้นดิน จากสมการ (4.4) และ (4.5)

จาก (4.4) $\sigma_{pl}^2 = (0.3)^2 + (0.5)^2$

$\sigma_{pl} = 0.6$ ม.

$= 0.3$ ในมาตราส่วน 1:2,500

จาก (4.5) $\Sigma \sigma_{H}^2 = (0.1)^2 + (0.1)^2$

$\sigma_{H} \simeq 0.2$ ม.

$= 0.4$ ในมาตราส่วน 1:500

สรุปผลเปรียบเทียบความถูกต้องของงานที่ได้จากทั้งสองวิธร ในหัวข้อ 4.6.1.1 และ 4.6.1.2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

วิธีการสำรวจแนวสายส่ง	σ_{pl} (ม.)	σ_{H} (ม.)	ปรากฏในแผนที่และรูปตัดตามแนว มีขนาด (มม.)		หมายเหตุ
			แผนที่ 1:2,500	รูปตัดตามแนว 1:500	
1. ภาคพื้นดิน	0.6	0.2	0.3	0.4	
2. โดยเทคนิคภาพถ่าย	0.7	0.3	0.3	0.6	

ตารางที่ 4.4 แสดงผลความถูกต้องของงาน

4.6.2 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

4.6.2.1 ค่าใช้จ่ายของการสำรวจด้วยเทคนิคภาพถ่าย

ประมาณการของการวางแผนการสำรวจ

- พื้นที่ที่บินถ่ายภาพเป็นระยะทาง = 60.5 กม.
- มาตราส่วนของภาพถ่าย = 1:8,000
- ส่วนซ้อนของภาพ (overlap) = 60% (บินถ่ายตามแนวๆ)

photo base 9.2 ซม., air base 0.736 กม.

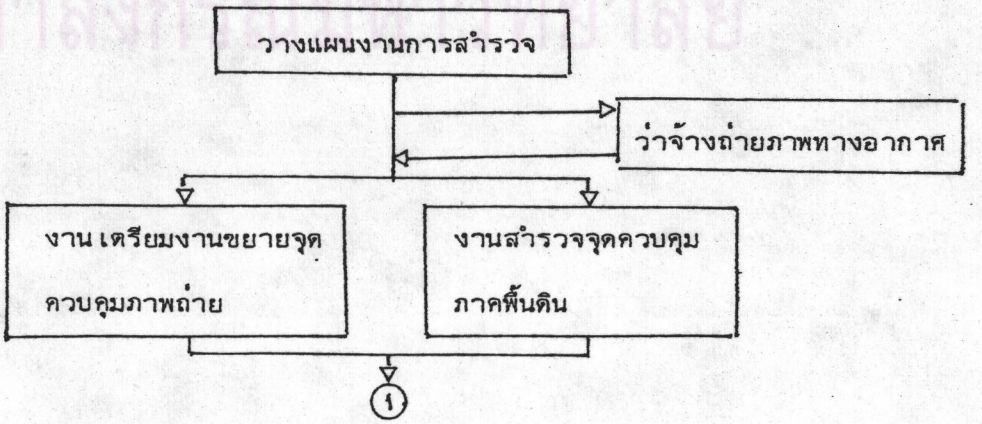
จะใช้ภาพถ่ายทั้งหมด 82 + 4 ≈ 90 ภาพ

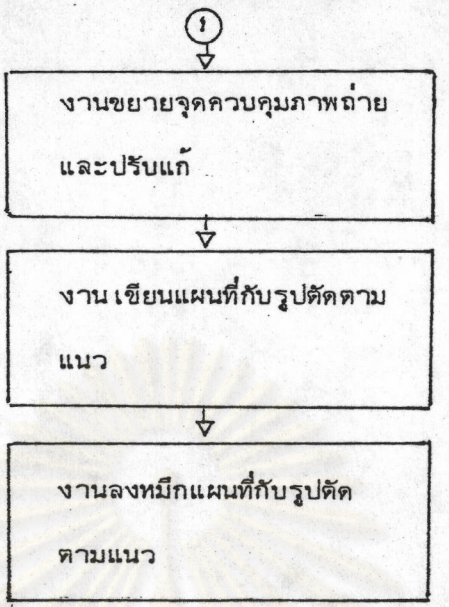
- วงจุดควบคุมภาพถ่ายคู่ทุกช่วง 5 รูปจำลอง

จะต้องวางจุดควบคุมทางราบและระดับสูง = 36 จุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนงานและขั้นตอนการทำงาน





1) ค่าใช้จ่ายในการจ้างบินถ่ายภาพทางอากาศ

การประมาณการ (ไม่รวมการขนย้ายอุปกรณ์จากฐานบินในกรุงเทพมหานคร)

ใช้ฟิล์ม = $\frac{1}{3}$ ม้วน

ใช้ชม. บินถ่ายภาพ = 3 ชม.

ระยะเวลาปฏิบัติงานและรอคอยอากาศ = 7 วัน

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินเดือน เบี้ยเลี้ยง และที่พัก

เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน	เงินเดือน (เฉลี่ย)	ค่าฝ่าอันตราย	บาท/วัน	เบี้ยเลี้ยงที่พัก/วัน	หมายเหตุ
1. นักบิน (ยศ รอ.-พต.)	4,465	2,300	225.50	170	อัตราเงินเดือนปี
2. นักบิน (ยศ รอ.-พต.)	4,465	2,300	225.50	170	2523
3. ต้นหน (ยศ รอ.-พต.)	4,465	1,055	184.00	170	ค่าเช่าที่พักเพิ่ม
4. ช่างถ่ายภาพ (ยศ รอ.-พต.)	4,465	1,055	184.00	170	50%
5. ช่างเครื่องบิน (ยศ รต. ขึ้นไป)	3,045	1,055	136.67	130	
6. เจ้าหน้าที่ภาพถ่าย (ยศ จสอ.)	2,035	565.	86.67	120	
7. พลขับฯ (ยศ สอ.)	1,535	-	51.17	120	
			1,093.51	1,050	

รวม 2,145 ต่อวัน

รวมค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินเดือนในเวลาทำงาน 7 วัน = 15,100

ค่าใช้จ่ายเทียบกับวัสดุ

วัสดุ ค่าฟิล์ม, น้ำยา, กระดาษอัดภาพตรวจแนวบิน = 5,000 บาท

ค่าซ่อม, ค่าสึกหรอ และอะไหล่เครื่องบิน (บ.), = 20,000 "

วิทยุ บ., กล้องถ่ายภาพ, อุปกรณ์ห้องมืด

ค่าเชื้อเพลิงและหล่อลื่น = 20,000 "

ค่าน้ำมันรถ ≃ 10 ลิตรต่อวัน (ลิตรละ = 700 "

≃ 10 บาท) 7 วัน

รวม = 45,700 (หรือ 6,528.6 บาทต่อวัน)

รวมค่าใช้จ่ายในการบินถ่ายภาพทั้งหมด = 15,100 + 45,700 = 60,800 บาท

2) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับภาพถ่าย

ภาพถ่ายมาตราส่วน	1:15,000	(กรมแผนที่มีอยู่แล้ว)	100 ภาพ	= 1,500 บาท	(ภาพละ 15 บาท)
"	1:8,000	จำนวน	90 "	= 1,350 "	(" 15 ")
ไดอะโพสิทีฟ	1:8,000	"	90 "	= 2,250 "	(" 25 ")
			รวม	5,100 "	

3) งานสำรวจจุดควบคุมภาพถ่าย (งานสนาม) มีรายการค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

ราคาเครื่องมือสำรวจต่อวัน

เครื่องมือ	ราคา (บาท)	อายุใช้งาน (ปี)	ราคาต่อปี ดอกเบี้ย 12 % (จากสมการ 5.2.1และตาราง5.3)	ราคา บาท/วัน (1 ปี = 22×12 วัน)
1. กล้องวัดมุม Wild T2 พร้อมขาตั้ง	180,000	10	31,860	121
2. เครื่องมือวัดระยะอีเลคทรอนิคส์	530,000	10	93,810	355.50
3. กล้องระดับ Wild NAK1 พร้อมขาตั้ง	27,000	10	4,779	18.50
4. ไม้สต๊าฟ 1 คู่	14,000	20	2,058	8
5. อุปกรณ์ประกอบงานวงรอบ sunglass เป้าเล็ง พร้อมขาตั้ง	40,000	15	5,880	22.5
ค่าเครื่องมือสำรวจต่อวัน				525.50

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินเดือน & เบี้ยเลี้ยง & ที่พัก (เจ้าหน้าที่ กฝผ.)

ชุดงานวงรอบ ทำหน้าที่วัดมุมและวัดระยะ

	เงินเดือน*	บาท/วัน	เบี้ยเลี้ยงต่อวัน	รวมต่อวัน
*1. หน.ชุดปฏิบัติงานควบคุมทั้งสองชุด	7,300	332	230	562
2. นายช่างรังวัด	3,625	165	175	340
3. ผู้จดสมุดสนาม	2,750	125	160	285
4. คนงาน 6 คน (วันละ 50-1 วัน /คน) ทำหน้าที่ target 2 แบกกล้อง 1 ถือรั่ม 1 กรุยทาง 2	9,000	409	-	569
ชุดงานระดับ				
1. นายช่างรังวัด	3,625	165	175	340
2. ผู้จดสมุดสนาม	2,750	125	160	285
3. คนงาน 4 คน (ถือสต๊าฟ 2 แบกกล้อง 1 ถือรั่ม 1)	6,000	273	-	273
4. พนักงานขับรถ	3,020	137.50	160	297.50

หมายเหตุ เงินเดือนขณะปี พ.ศ. 2521 (ของกฟผ.) ไม่ได้นำมาแสดงแต่ใช้การคาดคะเนจากอัตราเงินเดือนของข้าราชการที่น้อยกว่า 20% - 100%[1] สำหรับอัตราเงินเดือนและเบี้ยเลี้ยง ในระดับนี้จะต่างประมาณ 35% (ดูอัตราปรับเบี้ยเลี้ยงและที่พักปัจจุบันจะต่างกัน 35%)

---

[1] "ปรับเงินเดือนข้าราชการอย่าลืมข้อเท็จจริง" สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์. (11 มีนาคม 2527): 10.

การประมาณเงินเดือนและเบี้ยเลี้ยงที่พัก ขณะปีที่ปฏิบัติงาน

ตำแหน่งและระดับของจนท. กฝผ.	ปัจจุบัน[1] อัตราเงินเดือนเฉลี่ย (เริ่มใช้ 1มค.25)	เทียบกับเงิน[2] เดือนข้าราชการโดยลด 35% (เท่ากับข้าราชการทหารยศ)	เงินเดือนของข้าราชการทหารขณะปีที่ปฏิบัติงาน	เบี้ยเลี้ยงที่[3] พักของข้าราชการทหารขณะปีที่ปฏิบัติงาน	ขณะนั้นอัตราเงินเดือนของจนท. กฝผ. ควรเป็น	อัตราเบี้ยเลี้ยงที่พัก จนท. กฝผ.
			ประมาณ		ประมาณ	ประมาณ
1.หน.ชุดวิศวกรอันดับ 4-7	9,940	6,461 (พต.)	5,405	170	7,297 ≈7,300	230
2.ช่างรังวัดช่างอันดับ 4-6	4,830	3,140 (รต.)	2,685	130	3,625	175
3.ช่างจดสมุดสนามฯ ช่างอันดับ 2	3,540	2,301 (จสอ.)	2,035	120	2,747 ≈2,750	160
4.พนักงานขับรถอันดับหนึ่ง	3,020	1,963 (จสท.)	1,905	120	2,572 ≈2,570	160

---

1 อัตราเงินเดือนของพนักงานกฝผ. บัญชี 2, หน้า 1/3.

2 บัญชีอัตราเงินเดือนข้าราชการทหาร. บัญชี 2, บัญชี 3.

3 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการในราชอาณาจักร ปี พ.ศ. 2518, ปี พ.ศ. 2526.

หมายเหตุ ควรคิดราคาเกี่ยวกับการลงทุน (Cost Ploblems of Investment Item) (JERIE, HG. 1976) ในกรณีที่เป็นการลงทุนในการซื้อเครื่องมือ (ซึ่งรวมทั้งภาษี การขนส่งและการติดตั้ง) คิดเป็นค่าใช้จ่ายหรือค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ในรูปต่อปี (annuity percentage)

ดอกเบี้ย (i) / (n) ระยะ (ปี)	0%	12%	16%	18%	20%	หมายเหตุ
10	10.0	17.7	20.7	22.3	23.9	
15	6.7	14.7	17.9	19.6	21.4	
20	5.0	13.4	16.9	18.7	20.5	
25	4.0	12.7	16.4	18.3	20.2	

(Giffin, 1971) การคิดอัตราค่าเสื่อมราคา จากสูตร $R = P \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$ ... (4.6)

R = ค่าเสื่อมราคาต่อปี

P = จำนวนเงินลงทุนหรือเงินกู้ทั้งหมด = 100

n = จำนวนระยะเวลา (ปี)

i = ดอกเบี้ยที่จะต้องเสียในกรณีการกู้เงินเพื่อลงทุน กรณี i = 0% หมายถึงการซื้อมาลงทุนโดยไม่มีการกู้ยืม เช่น หน่วยงานของรัฐซื้อฯ

ตัวอย่าง การคิดค่าเสื่อมราคาของกล้องวัดมุม Wild T2 พร้อมขาตั้ง ราคา 180,000 บาท จำนวนปีที่ใช้ 10 ปี ดอกเบี้ย 12% ต่อปี ดังนั้นค่าเสื่อมราคาต่อปีจะเท่ากับ $180,000 \times \frac{17.7}{100} = 31,860$ บาท

		บาท/เดือน	บาท/วัน
ค่าน้ำมันรถวันละ 20 ลิตร	=	6,000	200
วัสดุ	=	500	17
ซ่อมรถ	=	500	17
อื่น ๆ	=	500	17
รวมค่าใช้จ่ายเงินเดือน เบี้ยเลี้ยง น้ำมัน ซ่อม วัสดุ			3,202.50 บาท

ค่าใช้จ่ายงานสนามต่อวัน

เครื่องมือ	525.5
ค่าใช้จ่ายเงินเดือน เบี้ยเลี้ยง น้ำมันฯ	3,202.5
	3,728 บาท

ระยะเวลาในการสำรวจ

กรุยแนวงานวงรอบ	15	วัน
งานวงรอบ	30	"
รวมเวลาสำรวจวงรอบพร้อมทำงานระดับ	45	"

ค่าใช้จ่ายงานสนามทั้งหมด : 45 × 3,728 = 167,760 บาท

4) งานในสำนักงาน ประกอบด้วย

- งานขยายจุดควบคุมภาพถ่าย
- งานเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนว
- งานลงหมึก

มีรายการคิดค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

ราคาเกี่ยวกับเครื่องมือ

เครื่องมือ	ราคาต่อเครื่อง	ใช้ปี	ราคาต่อปี& ดอกเบี้ย12%	ราคาเครื่องต่อชม. ทำวันละ 7+3 ชม. เดือนละ 22 วัน
1. Precise plotter & coordinate recorder & Profiloscope	3,500,000	10	619,500	234.70
2. Point transfer device	200,000	20	26,800	10.15
3. Pocket stereoscope	1,000	20	134	0.05
ราคาเครื่องต่อชม.				244.90

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินเดือน

เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน	จำนวน	เงินเดือน ทำวันละ 7ชม. 20 วัน	ค่าล่วงเวลา วันละ3ชม.	รวมเงินเดือน ละ (S)	บาท/ชม. $\frac{S}{220}$
1. นักโฟโตแกรม	1	7,200	3,129	10,429	47.4
2. เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน เครื่องร่างฯ เครื่องถ่ายจุด เตรียมงานขยายจุด	2	2×3,625	3,107.50	10,357.50	47.1
3. ช่างเขียน	1	3,625	1,554	5,179	23.6
				1 ชม. ค่าใช้จ่าย	118.10

กำหนดเวลาในการปฏิบัติงาน และค่าใช้จ่ายงานในสำนักงานทั้งหมด

1. ขยายจุดควบคุม 1 ซม. ได้ $\frac{1}{2}$ รูปจำลอง = 64,614 บาท

จำนวนทั้งหมด 89 รูปจำลอง ใช้ 178 ซม.

คิดเป็นเงิน (178 × 244.90) + (178 × 118.10)

2. งานเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนว = 64,614 บาท

1 ซม. ปฏิบัติงานได้ $\frac{1}{2}$ รูปจำลอง ใช้เวลาทั้งหมด 178 ซม. คิดเป็น

เงิน (178 × 244.90) + (178 × 118.10)

3. ค่างานปรับแก้ 250 บาท ต่อรูปจำลอง ใช้เวลา = 28,151 บาท

5 วัน (250 × 89) + (118.10 × 5 × 10)

4. ค่าวัสดุ 300 ต่อรูปจำลอง = 26,700 บาท

5. ลงหมึก 10 วัน (10 × 10 × 118.02) = 11,810 บาท

195,889 บาท

หมายเหตุ เวลาที่ใช้ในสำนักงานทั้งหมด 178 ซม. + 178 ซม. + วันหยุด 10 วัน + 5 วัน คิดเวลาทำงาน 10 ซม./วัน เดือนละ 22 วัน จะใช้เวลารวมวันหยุด = 69 วัน

5) ราคาเกี่ยวกับอาคารและวัสดุภายในสำนักงาน

พื้นที่ 50 ตรว. ค่าที่ดินตารางวาละ 3,000 บาท = 150,000 บาท

เนื้อที่ตัวอาคาร 20 ตรว. (ค่าก่อสร้างตร.ม. ละ 2,000 บาท) = 160,000 "

วัสดุภายในสำนักงานเช่น โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องปรับอากาศ = 150,000 "

รวมราคาอาคารที่ทำการ 460,000 ดอกเบี้ย 12% = 5,136.67 "

อายุเวลาใช้ 20 ปี จะเป็นค่าตัวอาคารเดือนละ

หรือประมาณ = 5,200 "

6) ค่าสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า น้ำประปาฯ) เดือนละ 1,500 บาท

รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมด

งานในสนามใช้เวลา	45	วัน
งานสำนักงานใช้เวลา	69	วัน
เวลาขณะรอคอยภาพถ่าย	7	วัน
รวม	121	วัน
หรือ ประมาณ	4.0	เดือน

หมายเหตุ ทั้งนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระหว่างสำนักงานกลางกับบริเวณโครงการ

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่าย

1)	ค่าใช้จ่ายในการจ้างบินถ่ายภาพ	60,800	บาท
2)	ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับภาพถ่าย	5,100	"
3)	ค่าใช้จ่ายงานสำรวจในสนาม	167,760	"
4)	ค่าใช้จ่ายในงานสำรวจภาพถ่ายทำในสำนักงาน	195,889	"
5)	ค่าอาคารชณะทำการ	20,800	"
6)	ค่าสาธารณูปโภค	6,000	"
	หรือ ประมาณ	456,350	"

4.6.2.2 ค่าใช้จ่ายของการสำรวจทางภาคพื้นดิน

งานที่ประทำแบ่งออกเป็น

1. การสำรวจเบื้องต้น
2. การสำรวจวางแนวและวัดระยะ
3. การทำระดับและตรวจสอบระยะ
4. การฝังหมุดคอนกรีต
5. การตรวจสอบสมุดสนามและคัดลอก
6. การเขียนแผนที่กับรูปตัดตามแนว (plan & profile)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการทำงาน และรายงานผลก้าวหน้าในสนาม ของ

- การสำรวจแนวสายส่งไฟฟ้า 115 เควี สายยะลา-นราธิวาส ระยะทางประมาณ 60.5 กม.

ประจำเดือน .....

งานที่กระทำ	ปี พ.ศ. 2520 กย.	ตค.	พย.	ธค.	ปี พ.ศ. 2521 มค.	หมายเหตุ
การสำรวจเบื้องต้น หมายกำหนด						
การสำรวจเบื้องต้น ทำไปแล้ว						
การสำรวจวางแนวและวัดระยะ						
การทำระดับและตรวจสอบระยะ						
การฝังหมุดคอนกรีต						
การตรวจสอบสมุดสนามและคัดลอก						
การเขียน plan & profile						

รวมระยะเวลาตลอดโครงการ 4.75 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินเดือน เบี้ยเลี้ยง และที่พัก*

เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน	จำนวน	เงินเดือน	ค่าเบี้ยเลี้ยงฯ	หมายเหตุ
				เบี้ยเลี้ยงและที่พักต่อวัน
1. Cheif party	1	7,300	6,900	230
2. Instrument man	2	2×3,625	2×5,250	175
3. Field book	2	2×2,750	2×5,250	160
4. Tape man	3	3×2,750	3×5,250	160
5. Target man	2	2×2,750	2×5,250	160
6. Driver	1	3,020	5,250	160
7. Labors	7	10,500	-	-

ค่าใช้จ่ายเดือนละ 110,220

1) งานสนาม

1. เงินเดือนฯ ทำงานตามแบบแผน 4.5 เดือน = 495,990 บาท
2. ค่าใช้จ่าย น้ำมันรถ ซ่อมรถ วัสดุ อื่น ๆ = 49,679 "
   4.5 × 11,039.75**
3. ค่าเครื่องมือสำรวจ (ใช้อัตรางานจุดควบคุมฯ = 70,942.50 "
   ของงานภาพถ่าย) = 525.5 × 4.5 × 30

ค่าใช้จ่ายในงานสนาม (ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการ 616.611.50 "
เดินทางระหว่างสำนักงานกลางกับบริเวณโครงการ)

---

*รายงานการปฏิบัติงานสำรวจสายส่ง 115 เควี สายยะลา-นราธิวาส (ประจำเดือน ตุลาคม 2520).

**ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยเดือน ตุลาคม, พฤศจิกายน. จากรายงานปฏิบัติงานสำรวจฯ, $\left[\frac{1}{2}(12,169.5) + (9,910)\right]$.

2) งานในสำนักงาน

1. งานเขียน (ทำตามแผนงาน 3 เดือน) = 3,625 x 3 = 10,875 บาท
2. ค่าอาคารทำการ 4.75 x 5,200 = 24,700 "
3. ค่าสาธารณูปโภค 750 x 4.75 = 3,562.50 "

655,749 "

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 655,750 "

ใช้เวลา 142.5 วัน หรือ 4.75 เดือน

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบงานสำรวจทั้งสองวิธีในระยะ 60.5 กม.

ลักษณะการสำรวจ	งบประมาณ บาท	ระยะเวลา เดือน
1. การสำรวจแนวสายส่งฯ ทางภาคพื้นดิน	655,750	143
2. การสำรวจแนวสายส่งฯ โดยเทคนิคของภาพถ่าย	456,350	120
การสำรวจด้วยภาพถ่ายประหยัดงบประมาณและระยะเวลา	199,400	23 วัน

หมายเหตุ รายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่ที่แนวสายผ่านเป็นพื้นที่บริเวณภูเขา 47% เป็นสวนยาง 15% และพื้นที่ราบ ไร่ นา 38% (จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L 7018 หมายเลขระวางที่ 5221 I, 5321 IV, 5321 I)

สรุปค่าใช้จ่ายต่อกม.

	ราคาต่อกม. (บาท)	เวลาต่อกม. (วัน)
1. การสำรวจแนวสายส่งฯ ทางภาคพื้นดิน	10,839	2.36
2. การสำรวจแนวสายส่งฯ โดยเทคนิคภาพถ่าย	7,543	1.98
การสำรวจด้วยภาพถ่ายถูกกว่าและเร็วกว่า	3,296	0.38

4.6.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการวางแนวสายระยะ 20-120 กม.

แสดงการคำนวณดังตารางและรายการต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงรายการค่าใช้จ่าย และเวลาในการสำรวจแนวสายส่งด้วยเทคนิคภาพถ่าย

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
20 กม.	<u>งานถ่ายภาพทางอากาศ</u> จำนวนภาพถ่าย 32 ภาพ, ฟิล์มที่ใช้ $\frac{1}{9}$ ม้วน				จำนวนภาพจากระยะทางหารด้วยระยะฐานอากาศบวกด้วย 4 ภาพ
	เวลาบินถ่ายภาพ 1 ชม., รอคอยอากาศ 7 วัน	60,800			
	ภาพถ่าย 1:15,000 (อัดจากฟิล์มที่มีอยู่แล้ว) 30 ภาพ	450			
	ภาพถ่าย 1:8,000 จำนวน 32 ภาพ	480			
	ไดอะโพสิทีฟ จำนวน 32 ภาพ	800	62,530		
	<u>งานสำรวจจุดควบคุมภาพถ่าย</u> สำรวจกรุยแนว (สำรวจเบื้องต้น) 10 วัน, สำรวจวงรอบและระดับ 10 วัน, รวม 20 วัน				ค่าใช้จ่ายวันละ 3,728 บาท
	ค่าใช้จ่ายงานสนามทั้งหมดคิดจาก ค่าเครื่องมือ, เงินเดือน, เบี้ยเลี้ยงฯ เป็นจำนวน 20 × 3,728 บาท		74,560		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
20 กม.	<u>งานในสำนักงาน</u>				
	1. ขยายจุดควบคุมภาพถ่าย ใช้เวลา $\frac{31 \times 2}{3} = 62$ ชม.				ทำได้ชม.ละ $\frac{1}{2}$
	คิดเป็นเงิน (62 × 244.90) + (62 × 118.10)	22.506			รูปจำลอง 1 ชม.
	2. การเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนวใช้เวลา $\frac{31}{\frac{1}{3}} = 62$ ชม. คิดเป็นเงิน (62 × 244.90) + (62 × 118.10)	22.506			ทำได้ $\frac{1}{2}$ รูป จำลอง
	3. การปรับแก้ คิดเป็นเงิน (250 × 31) + (3 × 10 × 118.10) เวลา 3 วัน	11,293			
	4. ค่าวัสดุ (300 × 31)	9,300			
	5. ลงหมึก $\frac{10}{3}$ วัน = ($\frac{10}{3}$ × 10 × 118.10)	3,937	69,542		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท) รายจ่ายแต่ละรายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท) รายจ่ายรวม	ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
20 กม.	<u>รายจ่ายเกี่ยวกับอาคาร</u> $20 + \frac{1}{10}(62 + 62 + 30 + \frac{100}{3})$				งานเป็น $\frac{1}{3}$ ของ
	+ วันหยุด 6 + 7 = 52 วัน เป็นเงิน = $\frac{52}{30} \times 5,200$ บาท	9,013	9,013		ระยะ 60.5 กม.
	<u>รายจ่ายค่าสาธารณูปโภค</u>				
	$\frac{52}{30} \times 1,500$	2,600	2,600		
	รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ		218,245	52	
	หรือประมาณ		218,250	55	
40 กม.	<u>งานภาพถ่ายทางอากาศ</u> จำนวนภาพถ่าย 59 ภาพ, ฟิล์มใช้				
	$\frac{2}{9}$ ม้วน เวลาบินถ่ายภาพ 2 ชม. รอคอยอากาศ 7 วัน	60,800			
	ภาพถ่าย 1:15,000 จำนวน 60 ภาพ	900			
	ภาพถ่าย 1:8,000 จำนวน 59 ภาพ	885			
	ไดอะโพสิทีฟ " จำนวน 59 ภาพ	1,475	64,060		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
40 กม.	<u>งานสำรวจจุดควบคุมภาพถ่าย</u> สำรวจเบื้องต้น 10 วัน, สำรวจวงรอบและระดับ 20 วัน รวม 30 วัน				
	ค่าใช้จ่ายงานสนามจากค่าเครื่องมือ, เงินเดือน, เบี้ยเลี้ยงฯ เป็นค่าใช้จ่าย 30 × 3,728 บาท		111,840		
	<u>งานในสำนักงาน</u>				
	1. ขยายจุดควบคุมภาพถ่ายใช้เวลา 58 × 2 = 116 ชม. เป็นเงิน (116 × 244.90) + (116 × 118.10)	42,108			
	2. งานเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนว 58 × 2 = 116 เป็นเงิน (116 × 244.90) + (116 × 118.10)	42,108			
	3. งานปรับแก้ (250 × 58) + (4 × 10 × 118.10)	19,224			ใช้เวลา 4 วัน
	4. ค่าวัสดุ (58 × 300)	17,400			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท) รายจ่ายแต่ละรายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท) รายจ่ายรวม	ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
40 กม.	5. ค่าลงหมึก $\frac{2}{3}$ × 10 วัน = ($\frac{2}{3}$ × 10 × 10 × 118.10)	7,874	128,714		$\frac{2}{3}$ ของงาน 60.5 กม.
	<u>รายจ่ายเกี่ยวกับอาคาร</u> 30 + $\frac{1}{10}$ (116 + 116 + 40 + $\frac{200}{3}$) + วันหยุด 12 + 7 = 83 วัน เป็นเงิน $\frac{83}{30}$ × 5,200	14,387	14,387		
	<u>รายจ่ายค่าสาธารณูปโภค</u> $\frac{83}{30}$ × 1,500	4,150	4,150		
	รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ		323,151	83	
	หรือประมาณ		323,150	85	
60 กม.	ค่าใช้จ่ายและระยะเวลาใกล้เคียงกับโครงการระยะ 60.5 กม.				
	ค่าใช้จ่ายทั้งโครงการ = $\frac{60}{60.5}$ × 456,350				
	ระยะเวลา 112 × $\frac{60}{60.5}$		452,579	120	
	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ ประมาณ		452,579	120	

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
80 กม.	<u>งานภาพถ่ายทางอากาศ</u> จำนวนภาพถ่าย 113 ภาพ, ฟิล์มที่ใช้ $\frac{4}{9}$ ม้วน เวลาบินถ่ายภาพ 4 ชม. รอคอยอากาศ 10 วัน				
	ค่าใช้จ่ายในการบินถ่ายภาพ = (6,528.60 × 10)	86,736			
	+ (2,145 × 10)				
	ภาพถ่ายในมาตราส่วนทั้งสอง (120 + 113) × 15	3,495			
	ไดอะโพสิทีฟ 113 × 25	2,825	93,056		
	<u>งานสำรวจจุดควบคุมภาพถ่าย</u> งานสำรวจเบื้องต้น 15 วัน, งานวงรอบ และระดับ 40 วัน รวม 55 วัน				
	เป็นค่าใช้จ่ายในงานสนาม 3,728 × 55		205,040		
	<u>งานในสำนักงาน</u>				
	1. ขยายจุดควบคุมภาพถ่ายใช้เวลา 112 × 2 = 224 ชม.				
	เป็นเงิน (224 × 244.90) + (224 × 118.10)	81,312			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท) รายจ่ายแต่ละรายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท) รายจ่ายร่วม	ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
80 กม.	2. งานเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนว				
	112 × 2 = 224 ชม. เป็นเงิน (224 × 244.90)				
	+ (224 × 118.10)	81,312			
	3. งานปรับแก้ (112 × 250) + (6 × 10 × 118.10)	35,086			ใช้เวลา 6 วัน
	4. ค่าวัสดุ (112 × 300)	33,600			
	5. ค่าลงหมึก (13 × 10 × 118.10)	15,353	246,663		ใช้เวลา 13 "
	<u>รายจ่ายเกี่ยวกับอาคาร</u> 55 + $\frac{1}{10}$ (224 + 224 + 60)+ 130				
	+ วันหยุด 24 วัน + 10 = 153 วัน เป็นเงิน $\frac{153}{30}$ × 5,200		26,520		
	<u>รายจ่ายค่าสาธารณูปโภค</u>				
	$\frac{153}{30}$ × 1,500		7,650		
	รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ		578,929	153	
	หรือประมาณ		578,950	155	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
100 กม.	<u>งานภาพถ่ายทางอากาศ</u> จำนวนภาพถ่าย 140 ภาพ, ฟิล์มที่ใช้ $\frac{5}{9}$ ม้วน เวลาที่ใช้ในการบินถ่ายภาพ 5 ชม., รอคอยอากาศ 13 วัน ค่าใช้จ่ายในการบินถ่ายภาพ (6,528.60 × 13) + (2,145 × 13)	112,756			
	ค่าใช้จ่ายในภาพถ่ายสองมาตราส่วน (150 + 140) × 15	4,350			
	ค่าใช้จ่ายไดอะโพสิทีฟ 140 × 25	3,500	120,606		
	<u>งานสำรวจจุดควบคุมภาพถ่าย</u> งานสำรวจเบื้องต้น 20 วัน, งานวงรอบ และระดับ 50 วัน รวม 70 วัน เป็นค่าใช้จ่ายในงานสนาม 3,728 × 70		260,960		
	<u>งานในสำนักงาน</u>				
	1. ขยายจุดควบคุมภาพถ่ายใช้เวลา 139 × 2 = 278 ชม. คิดเป็นเงิน (278 × 244.90) + (278 × 118.10)	100,914			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายร่วม		
100 กม.	2. งานเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนว $139/\frac{1}{3} = 417$ ชม. เป็นเงิน (278 × 244.90) + (278 × 118.10)	100,914			
	3. งานปรับแก้ (139 × 250) + (7 × 10 × 118.10)	43,017			ใช้เวลา 7 วัน
	4. ค่าวัสดุ (139 × 300)	41,700			
	5. ค่าลงหมึก (16 × 10 × 118.10)	18,896	305,441		" 16 "
	<u>รายจ่ายเกี่ยวกับอาคาร</u> 70 + $\frac{1}{10}$ (278 + 278 + 70 + 160) + วันหยุด 28 + 13 = 190 วัน เป็นเงิน $\frac{190}{30}$ × 5,200		32,934		
	<u>รายจ่ายค่าสาธารณูปโภค</u> $\frac{190}{30}$ × 1,500		9,500		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
100 กม.	รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ		729,441	190	
	หรือประมาณ		729,450	190	
120 กม.	งานภาพถ่ายทางอากาศ จำนวนภาพถ่าย 168 ภาพ, ฟิล์มที่ใช้ $\frac{6}{9}$ ม้วน = $\frac{2}{3}$ ม้วน, เวลาบินถ่ายภาพ 6 ชม. รอคอยอากาศ 16 วัน				
	ค่าใช้จ่ายในการบินถ่ายภาพ (6,528.60 × 16)				
	+ (2,145 × 16)	138,777			
	ค่าใช้จ่ายในภาพถ่ายสองมาตราส่วน (180 + 168) × 15	5,220			
	ค่าใช้จ่ายไดอะโพสิทีฟ 168 × 25	4,200	148,197		
	งานสำรวจจุดควบคุมภาพถ่าย งานสำรวจเบื้องต้น 25 วัน, งานวงรอบและระดับ 60 วัน รวม 85 วัน				
	เป็นค่าใช้จ่ายในงานสนาม (3,728 × 85)		316,880		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
120 กม.	<u>งานในสำนักงาน</u>				
	1. ขยายจุดควบคุมภาพถ่ายใช้เวลา 167 × 2 = 334 ชม.				
	คิดเป็นเงิน (334 × 244.90) + (334 × 118.10)	121,242			
	2. งานเขียนแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่กับรูปตัดตามแนว				
	167 × 2 = 334 ชม. คิดเป็นเงิน (334 × 244.90)				
	+ (334 × 118.10)	121,242			
	3. งานปรับแก้ (167 × 250) + (9 × 10 × 118.10)	52,379			ใช้เวลา 9 วัน
	4. ค่าวัสดุ (167 × 300)	50,100			
	5. ค่าลงหมึก (19 × 10 × 118.10)	22,439	367,402		" 19 "
	<u>รายจ่ายเกี่ยวกับอาคาร</u> 85 + $\frac{1}{10}$ (334 + 334 + 90				
	+ 190) + วันหยุด 34 วัน + 16 = 230 วัน เป็นเงิน				
	$\frac{230}{30}$ × 5,200		39,867		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โครงการวางแนวสายส่งระยะ	รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)		ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
		รายจ่ายแต่ละรายการ	รายจ่ายรวม		
120 กม.	<u>รายจ่ายค่าสาธารณูปโภค</u>				
	$\frac{230}{30} \times 1,500$		11,500		
	รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในโครงการ		883,846	230	
	หรือประมาณ		883,850	230	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าใช้จ่ายและเวลาในการสำรวจแนวสายส่งทางภาคพื้นดิน

โครงการวางสายส่งระยะ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
20 กม.	(20 × 10,839) ≃ 216,800	(20 X 2.36) ≃ 50	-ค่าใช้จ่ายกม.ละ 10,839 บาท
40 "	433,600	95	-ระยะเวลาสำรวจ
60 "	650,400	145	2.36 วันต่อระยะ
80 "	867,200	190	1 กม. เทียบอัตรา
100 "	1,083,900	240	ส่วนจากโครงการ
120 "	1,300,700	285	ระยะ 60.5 กม.

จากตารางที่ 4.8 ได้นำมาลงในกราฟแสดงการเปรียบเทียบ โดยให้แกนตั้ง (แกน y) เป็นค่าใช้จ่าย และแกนนอน (แกน x) เป็นระยะแนวสายส่งในการสำรวจแต่ละโครงการ เมื่อลากเส้นต่อระหว่างจุดจะได้กราฟของเส้นตรงและเส้นโค้งของค่าใช้จ่ายในการสำรวจภาคพื้นดินและการสำรวจโดยเทคนิคภาพถ่ายตามลำดับ

ค่าใช้จ่ายจากการสำรวจทางภาคพื้นดินมีสมการ $y = 216,800 + 10,839\ (x - 20)$ ..(4.7)

" " ด้วยภาพถ่าย " $y = 218,250 + 5,326.4\ (x - 20)$

$+ 13.3\ (x - 20)^2$ ..(4.8)

ความแตกต่างของค่าใช้จ่าย สมการ (4.7) - (4.8)

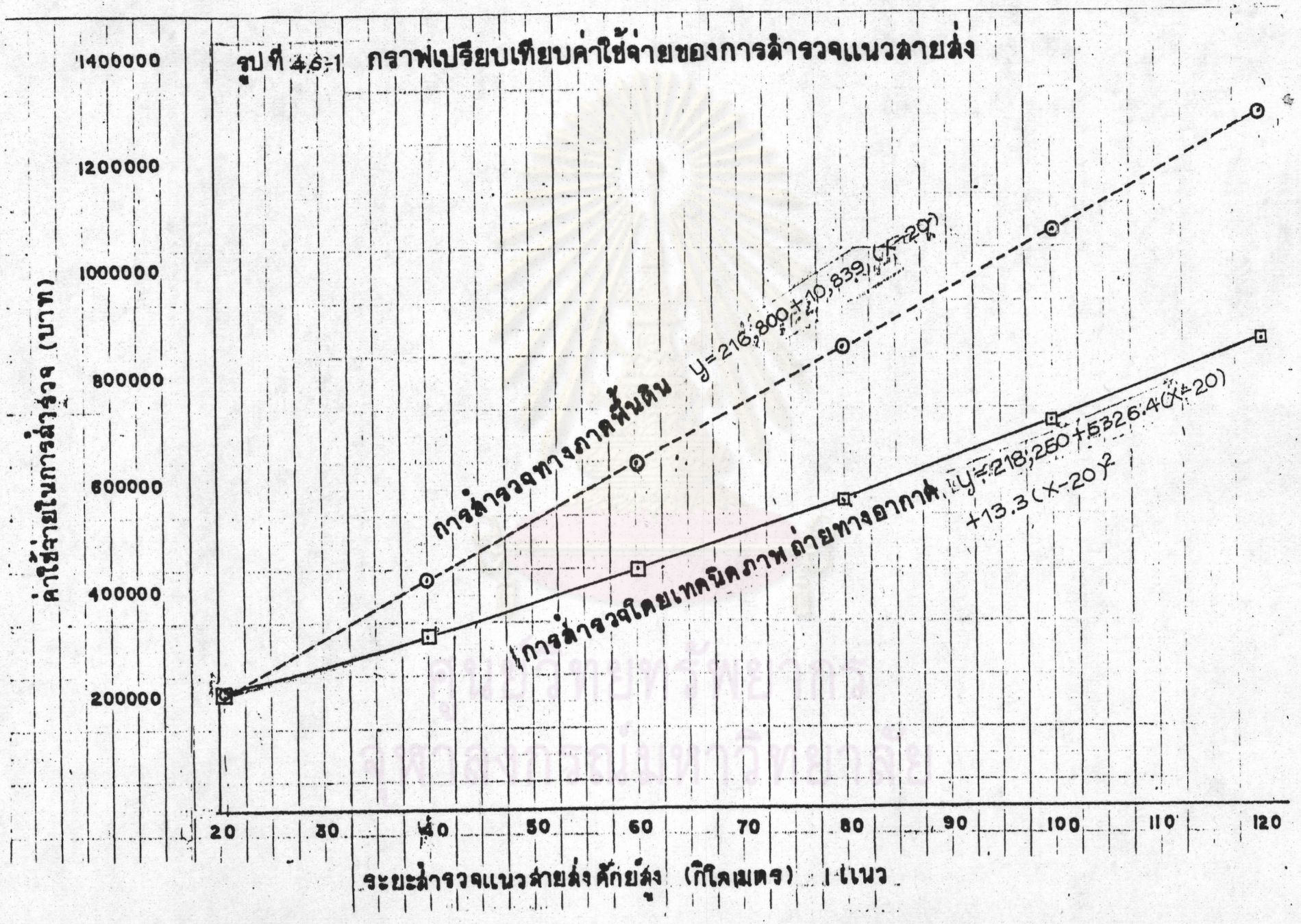
$\Delta y = - 1,450 + 5,512.6\ (x - 20)$

$- 13.3\ (x - 20)^2$ ..(4.9)

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลาในการสำรวจแนวสายส่งแต่ละแบบ, ระยะ

สำรวจในระยะ (กม.)	I สำรวจทางภาคพื้นดิน ค่าใช้จ่าย (บาท)	II สำรวจโดยเทคนิคของภาพถ่าย ค่าใช้จ่าย (บาท)	I ใช้ระยะเวลา (วัน)	II ใช้ระยะเวลา (วัน)	ความแตกต่าง I-II ค่าใช้จ่าย (บาท)	ความแตกต่าง I-II ระยะเวลา (วัน)	หมายเหตุ
20	216,800	218,250	50	55	-1,450	-5	-ค่าใช้จ่ายในการสำรวจโดยเทคนิคภาพถ่าย ได้จากการประมาณการ -ค่าใช้จ่ายในการสำรวจทางภาคพื้นดินได้จากการเทียบอัตราส่วนของค่าใช้จ่ายจริง โครงการระยะ 60.5 กม.
40	433,600	323,150	95	85	110,450	10	
60	650,400	452,579	145	120	197,821	25	
80	867,200	578,950	190	155	288,250	35	
100	1,083,900	729,450	240	190	354,450	50	
120	1,300,700	883,850	285	230	416,850	55	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


รูปที่ 4.6-1 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการสำรวจแนวสายส่ง
ค่าใช้จ่ายในการสำรวจ (บาท)
1400000
1200000
1000000
800000
600000
400000
200000
การสำรวจทางภาคพื้นดิน y=216,800+10,839(X-20)
การสำรวจโดยเทคนิคภาพถ่ายทางอากาศ y=218,250+5326.4(X-20)
+13.3(X-20)²
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
ระยะสำรวจแนวสายส่งศักย์สูง (กิโลเมตร) 1 แนว

4.7 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

ก. การหาจุดควบคุมหลัก (Basic Control) ที่อยู่ใกล้บริเวณงานที่สุด จากงานวงรอบชั้นที่ 1 และ 2 ปี พ.ศ. 2498 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งคาดว่ามีมากกว่า 10 จุด ไม่สามารถหาได้เลย ต้องเสียเวลากลับไปค้นหาจากจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Photo Control) ของงานทำแผนที่ตัวเมืองยะลา

ข. ภาพถ่ายถ่ายเมื่อ มิ.ย. 23 การนำภาพไปสำรวจในเดือน เม.ย. 24 ระยะห่างประมาณ 1 ปี ทำให้รายละเอียดในภูมิประเทศบางแห่งเปลี่ยนแปลงไปไม่ตรงกับในภาพถ่ายการกำหนดตำแหน่งจุดควบคุมไว้เดิมต้องเปลี่ยนแปลงบ้าง

ค. จุดที่เลือกตำแหน่งของจุดควบคุมภาพถ่าย ปกติจะต้องเป็นจุดที่คมชัด (Sharp) เห็นเด่นชัด (well defined) และชี้จำแนก (positively identified) ได้ทุกภาพที่ปรากฏ สำหรับจุด 810154 ซึ่งเป็นจุดควบคุมภาคพื้นดินของงานทำแผนที่ตัวเมืองยะลาซึ่งเป็นจุดเดียว ที่ปรากฏในภาพถ่ายของงาน ตำแหน่งของจุดอยู่กลางทางแยกบรรจบริมถนนใหญ่ (ในภาพถ่าย 1:8,000 ที่ถ่ายใหม่) ภาพทางแยกไม่เด่นชัดรวมทั้งการชี้จำแนกใน 3 ภาพของแนวแรก สำหรับใน 3 ภาพ ของแนวทั้งสองนั้น มีเงาต้นไม้ใหญ่ทับอยู่ การวัดในการทำข่ายสามเหลี่ยมไม่ค่อยแน่นอน

การแก้ไขในการวัดในเครื่องร่างแผนที่ เพื่อที่จะหาตำแหน่งของจุดให้ใกล้เคียงมากที่สุด โดยการวัดหลาย ๆ ตำแหน่ง บันทึกและจำตำแหน่งในภาพที่เห็น นำค่าไปปรับแก้โดยไม่ใช้จุด 810154 เป็นจุดควบคุม ใช้เป็นจุดผ่านที่จะหาค่าพิกัด เมื่อผลค่าปรับแก้ออกมาแล้วดูว่าตัวใดให้ค่าพิกัด เมื่อผลค่าปรับแก้ออกมาแล้วดูว่าตัวใดให้ค่าพิกัดในภูมิประเทศใกล้เคียงกับค่าจากมากที่สุดให้ถือตำแหน่งและพิกัดจากเครื่องฯ ของจุดนั้น นำไปปรับแก้อีกครั้ง โดยรวมจุด 810154 เป็นจุดควบคุมด้วย

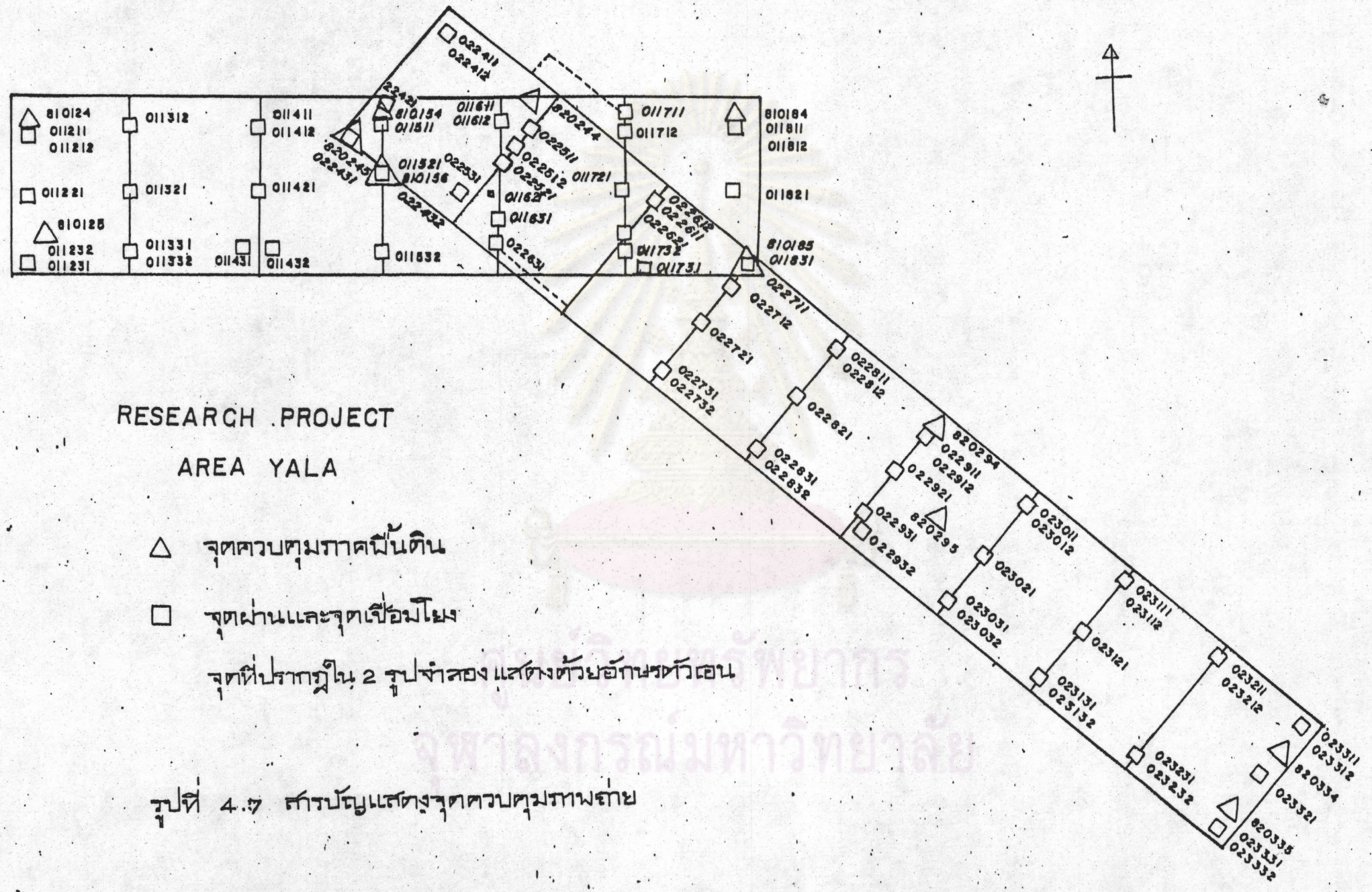
สังเกตจากค่าการปรับแก้ของจุด 810154 มีค่าเศษคงเหลือ (residual) ในรูปจำลองโดกว่าจุดอื่น

จุด	แนว (บลอค) ที่	ค่าเศษคงเหลือในโมเดล x (ม.)	y (ม.)
810154	1	- 0.441	0.088
	2	0.816	- 0.014

ง. การออกไปค้นหาตำแหน่งของเสา ในแผนที่และรูปตัดตามแนวของงานรังวัดในสนามที่ได้ทำไว้ก่อน ได้กำหนดโดย CON POST (เป็นแท่งคอนกรีตใกล้ทรงกระบอก สูง 30 ซม. ด้านล่างมีศก. 15 ซม. ด้านบนมีศก. 10 ซม. ตรงกลางฝังด้วยตะปูขนาด 1" มีคำว่า "กฝผ" และ CON POST (หมายเลขที่...) ทั้งนี้เพื่อจะพยายามให้เข้าอยู่ในสายงานวงรอบ แต่การปฏิบัติจริง บริเวณที่เป็นช่วงเขาและป่ายางหนาทึบ ซึ่งแม้ว่าบางส่วนได้ทำการถางในเขตแนวเดินสายไฟไปบ้างแล้ว ค้นหา CON POST ลำบาก เนื่องจากระยะเวลาที่ได้ไปทำต่างกัน (การวาง CON POST เมื่อปี 20 ออกทำงานปี 24) และบางส่วนของแนวเสา บริษัทที่รับสัญญาการติดตั้งเสาส่งฯ ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยเฉพาะช่วงงานบริเวณที่เป็นภูเขา

จ. ในเครื่องร่างแผนที่บริเวณของรูปจำลองเฉพาะที่เป็นป่ายางหนาทึบ การวางจุดลอยเพื่อวัดระดับของพื้นกระทำได้ลำบาก นอกจากนี้จุดที่ใช้อ้างอิง (reference point) หายากจะเลือกได้เพียงต้นยางที่มีความสูงมากที่สุดในบริเวณนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 สารบัญแสดงจุดควบคุมภาพถ่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย