



การวิเคราะห์ผลและปัญหา

5.1 ความถูกต้อง

ความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน จากหัวข้อ (4.3.3)

ความถูกต้องของจุดควบคุมทางรวม = 0.08 ม.

ความถูกต้องของจุดควบคุมทางตั้ง = 0.02 ม.

ความถูกต้องของงานที่ได้จากเครื่องร่างแผนที่ จากหัวข้อ (4.4.2)

ความถูกต้องของจุดควบคุมทาง = 0.49 ม.

ความถูกต้องของจุดควบคุมทางตั้ง = 0.05 ม.

ความถูกต้องของงานสำรวจด้วยภาพถ่าย ประกอบด้วย

ความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (σ_{CONTR})

ความถูกต้องของงานที่ได้จากเครื่องร่างแผนที่ (σ_{REST})

เพราะฉะนั้น

$$\Sigma\sigma^2 = \sigma_{CONTR}^2 + \sigma_{REST}^2 \dots\dots\dots (5.1)$$

$$\begin{aligned} \text{ความถูกต้องทางรวม} &= (0.08)^2 + (0.29)^2 \\ &= 0.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความถูกต้องทางตั้ง} &= (0.02)^2 + (0.05)^2 \\ &= 0.05 \text{ ม.} \end{aligned}$$

จาก เกณฑ์ความถูกต้องของการวัดที่กำหนด

$$\text{การวัดทางรวม} = 0.50 \text{ ม.}$$

$$\text{การวัดทางตั้ง} = 0.10 \text{ ม.}$$

ดังนั้นการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน : มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5.2 การเปรียบเทียบปริมาณการขุด

การคำนวณปริมาณการขุดของพื้นที่ขนาด $12,850 \text{ ม}^2$ ใช้ค่าระดับที่จุดตัดของเส้นกวีตตามรายละเอียดในภาคผนวก ข เมื่อกำหนดให้ค่าระดับที่ $275,000 \text{ ม.}$ เป็นค่าระดับอ้างอิงได้ผลโดยสรุปดังนี้

ปริมาณงานขุดจากการสำรวจรังวัดในสนาม (รูปที่ 4.6) ใช้สูตรของแท่งปลายตัด

$$(ก) \text{ เมื่อพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม} = 83,689 \text{ ม}^3$$

$$(ข) \text{ เมื่อพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม} = 83,738 \text{ ม}^3$$

ปริมาณงานขุดจากการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน (รูปที่ 4.7)

$$= 83,850 \text{ ม}^3$$

ผลต่างของปริมาณระหว่างวิธีสำรวจด้วยภาพถ่ายและวิธีสำรวจรังวัดในสนาม

$$\text{เมื่อพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม} = 161 \text{ ม}^3$$

$$\text{เมื่อพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม} = 112 \text{ ม}^3$$

$$\text{ผลต่างของปริมาณมากที่สุด} = 161 \text{ ม}^3$$

ความแตกต่างคิดเป็นร้อยละ เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจรังวัดในสนาม

$$\frac{161}{83,689} \times 100 = 0.2$$

เกณฑ์ที่ยอมรับระหว่างวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินและวิธีการสำรวจรังวัดในสนามคือ 1-2% (Richardus, 1974) จากผลการวิจัยได้ความแตกต่าง 0.2% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและองค์ประกอบอื่น ๆ ระหว่างการสำรวจรังวัดในสนามและการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน

เพื่อให้ได้ข้อมูลสมบูรณ์สำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานสำรวจหาปริมาณงานขุดของทั้งสองวิธี จึงได้แยกการพิจารณาเป็นสองขนาดพื้นที่ โดยแต่ละขนาดพื้นที่ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลาตลอดจนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องระหว่างการสำรวจรังวัดในสนามและวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน ขนาดพื้นที่ทั้งสองประเภทคือ

ประเภทที่ 1 เป็นพื้นที่ที่ครอบคลุมด้วยการทำงานสำรวจรังวัดในสนามที่กระทำอยู่
ซึ่งเป็นพื้นที่ประมาณ 13,000 ม.²

ประเภทที่ 2 เป็นพื้นที่ครอบคลุมด้วยภาพถ่ายสามมิติ ซึ่งเป็นพื้นที่ประมาณ 200,000 ม.²

โดยมีสมมติฐานว่า ระยะเวลาการปฏิบัติงาน เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ที่ปฏิบัติงานและ
อัตราค่าจ้างแรงงานเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ เป็นไปตามอัตราโดยประมาณของเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่าย-
ผลิตฯ

ในประเด็นของค่าเครื่องมือได้แยกพิจารณา ลักษณะการใช้งาน เป็นสองแบบด้วยกันคือ

แบบ ก. เป็นลักษณะที่เครื่องมือที่มี ใช้งานสำรวจหาปริมาณงานชุดโดยเฉพาะ ซึ่ง
ค่าเครื่องมือต่องานที่ได้มีอัตราสูง และเครื่องมือจะมีชั่วโมงการทำงานน้อย

แบบ ข. เป็นลักษณะที่เครื่องมือมีไว้ใช้งานสำรวจและทำหน้าที่เพื่อวัตถุประสงค์อื่น
ด้วย งานสำรวจหาปริมาณงานชุดเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการใช้ เครื่องมือดังกล่าว เท่านั้น ใน
ลักษณะนี้ค่าเครื่องมือต่องานที่ได้จะลดลงมาก

5.3.1 ประเภท จำนวน และราคาของเครื่องมือ

ประเภท จำนวน และราคาของเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจหาปริมาณงานชุด
ด้วยวิธีการสำรวจเดิมและวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1
และ 5.2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเครื่องมือบางประเภทใช้ในการสำรวจทั้งสองวิธี และราคา
เครื่องมือเป็นราคาโดยประมาณจากตัวแทนจำหน่าย

5.3.2 อัตราค่าเครื่องมือ ระยะเวลาการใช้งาน และค่าเครื่องมือต่องาน

ในการประมาณการอัตราค่าเครื่องมือคิดเป็นอัตราส่วน โดยตรงกับอายุการใช้งาน
ของเครื่องมือ โดยสมมติว่าเครื่องมือมีอายุการใช้งาน 10 ปี และเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานแล้ว
ไม่มีมูลค่าคงเหลือ ซึ่งเครื่องมือที่ยังสามารถใช้งานต่อไปได้ถือเป็นส่วนกำไร อัตราค่าเครื่องมือ
และระยะเวลาการใช้งานตามลักษณะเครื่องมือแบบ ก และแบบ ข แสดงรายละเอียดไว้ใน
ตารางที่ 5.3 และ 5.4 โดยมีสมมติฐานว่า เวลาการใช้งานของเครื่องมือเป็นสัดส่วนโดยตรง
กับขนาดพื้นที่ จะเห็นได้ว่า ราคาเครื่องมือต่อชั่วโมงตามลักษณะการใช้เครื่องมือแบบ ข มีราคา
ถูกที่สุด ส่วนการใช้เครื่องมือแบบ ก เมื่อใช้สำหรับขนาดพื้นที่ประเภท 2 จะถูกกว่าขนาดพื้นที่
ประเภท 1

ตารางที่ 5.1 แสดงประเภท จำนวน และราคาของเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจรังวัดในสนาม

ลำดับที่	ประเภทของเครื่องมือ	จำนวน (ชุด)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	เป็นเงิน (บาท)
1	เครื่องมือวัดระยะทาง WILD DI4*	1	530,000	530,000
2	กล้องวัดมุม WILD T16	2	137,100	274,200
3	กล้องระดับ WILD NAK 1*	4	30,900	123,600
4	ไม้ระดับ*	2	8,400	16,800
รวม เป็น เงินทั้งสิ้น				944,600

ตารางที่ 5.2 แสดงประเภท จำนวน และราคาของเครื่องมือ

ที่ใช้ในการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน

ลำดับที่	ประเภทของเครื่องมือ	จำนวน (ชุด)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	เป็นเงิน (บาท)
1	เครื่องมือวัดระยะทาง DI4*	1	530,000	530,000
2	กล้องวัดมุม WILD T2	1	196,100	196,100
3	กล้องวัดมุม WILD T16*	1	137,100	137,100
4	กล้องระดับ WILD NAK1*	1	30,900	30,900
5	ไม้ระดับ*	1	8,400	8,400
6	กล้องถ่ายภาพภาคพื้นดิน WILD P31	1	320,000	320,000
7	เครื่องร่างแผนที่ Planicom C100	1	8,000,000	8,000,000
รวม เป็น เงินทั้งสิ้น				9,085,400

หมายเหตุ * เป็นเครื่องมือการสำรวจที่ใช้เหมือนกันทั้งสองวิธี

ตารางที่ 5.3 แสดงอัตราค่าเครื่องมือและระยะเวลาการใช้งานโดยการสำรวจวิธีรังวัดในสนาม

ลำดับ	การใช้งานและเครื่องมือ	จำนวน (ชุด)	ราคา (บาท)	จำนวนปี ที่ใช้งาน	ราคา/ปี (บาท)	ราคา/เดือน (บาท)	ชั่วโมงใช้งานต่อเดือน			ราคาต่อชั่วโมง		
							แบบ ก		แบบ ข	แบบ ก		แบบ ข
							ประเภท 1	ประเภท 2		ประเภท 1	ประเภท 2	
1	งานหาจุดควบคุมทางราบ และจุดควบคุมทางตั้ง											
	WILD T16	1	137,100	10	13,710	1,143	3	45	88	381	26	13
	WILD DI4	1	530,000	10	53,000	4,417	3	45	66	1,473	98	67
	WILD NAK1	1	30,900	10	3,090	258	3	45	66	86	6	4
	ไม้ระดับ	1	8,400	10	840	70	3	45	66	24	2	2
2	งานวัดค่าพิกัดทางราบ และวัดค่าระดับในตาราง เส้นกริด											
	WILD T16	2	274,200	10	27,420	2,285	4	60	88	572	38	26
	WILD NAK1	4	123,600	10	12,360	1,030	4	60	66	258	17	16
	ไม้ระดับ	2	16,800	10	1,680	140	4	60	66	35	3	4
							24	360		2,829	190	134

- หมายเหตุ
- หนึ่งเดือนคิดระยะเวลาทำงาน 22 วัน
 - หนึ่งวันคิดการใช้งาน 4 ชั่วโมง (WILD T16)
 - หนึ่งวันคิดการใช้งาน 3 ชั่วโมง (เครื่องมืออื่น ๆ)
 - แบบ ข นอกเหนือจากมีชั่วโมงการใช้งานทั้งประเภท 1 และประเภท 2 แล้ว ยังมีชั่วโมงการใช้งานเพื่อการสำรวจและการทำแผนที่อย่างอื่นด้วย

ตารางที่ 5.4 แสดงอัตราค่าเครื่องมือและระยะเวลาการใช้งาน โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน

ลำดับ	การใช้งานและเครื่องมือ	จำนวน (ชุด)	ราคา (บาท)	จำนวนปี ที่ใช้งาน	ราคา/ปี (บาท)	ราคา/เดือน (บาท)	ชั่วโมงใช้งานต่อเดือน		ราคาต่อชั่วโมง		แบบ ข	
							แบบ ก		แบบ ข			
							ประเภท I	ประเภท II	ประเภท I	ประเภท II		
1	งานวางเส้นฐาน											
	wild T16	1	137,100	10	13,710	1,143	2	2	88	572	572	13
	Wild DI4	1	530,000	10	53,000	4,417	2	2	66	2,208	2,208	67
	NAK1	1	30,900	10	3,090	258	2	2	66	129	125	4
	ไม้ระตัม	1	8,400	10	840	70	2	2	66	35	35	2
2	งานถ่ายภาพและวาง จุดควบคุมภาคพื้นดิน											
	Wild T2	1	196,100	10	19,610	1,634	4	4	60	409	409	68
	Wild P31	1	320,000	10	32,000	2,667	4	4	40	667	667	67
3	งานวัดที่กักในเครื่อง ร่างสามมิติ	1	8,000,000	10	800,000	120,000	3	30	176	40,000	4,000	682
					*400,000							
หมายเหตุ							19	46		4,4020	8,020	682

- หนึ่งเดือนคิดระยะเวลาการทำงาน 22 วัน
- หนึ่งวันคิดการใช้งาน 4 ชั่วโมง (Wild T16)
- หนึ่งวันคิดการใช้งาน 3 ชั่วโมง (เครื่องมืออื่น ๆ)
- แบบ ข นอกเหนือจากมีชั่วโมงการใช้งานทั้งประเภท 1 และประเภท 2 แล้ว ยังมีชั่วโมงการใช้งานเพื่อการสำรวจและการทำแผนที่อย่างอื่นด้วย * เพิ่มค่าบำรุงรักษาเครื่องร่างแผนที่ 5% ต่อปี

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ก และ ข สำหรับขนาดพื้นที่ประเภท 1 และ 2 โดยการสำรวจรังวัดในสนาม

ลำดับ	การใช้งานและ เครื่องมือ	เวลา (ชม.)	ประเภท 1				เวลา (ชม.)	ประเภท 2			
			แบบ ก		แบบ ข			แบบ ก		แบบ ข	
			อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)	อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)		อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)	อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)
1	งานหาจุดควบคุมทางราบ และจุดควบคุมทางตั้ง										
	WILD T16	3	381	1,143	13	39	45	26	1,170	13	585
	WILD DI4	3	1,473	4,419	67	201	45	98	4,410	67	3,015
	WILD NAK1	3	86	258	4	12	45	6	270	4	180
	ไม้ระดับ	3	24	72	2	6	45	2	90	2	90
2	งานวัดค่าพิภคทางราบ และวัดค่าระดับ										
	WILD T16	4	572	2,288	26	104	60	38	2,280	26	1,560
	WILD NAK1	4	258	1,032	16	64	60	17	1,020	16	960
	ไม้ระดับ	4	35	140	4	16	60	3	180	4	240
	รวม			9,352		442			9,420		6,630

หมายเหตุ ค่าเครื่องมือแบบ ก ของขนาดพื้นที่ประเภท 1 และประเภท 2 เป็นราคาเดียวกัน ที่ตัวเลขค่าเครื่องมือไม่เท่ากันเกิดจากการ
ปรับเศษอัตราเครื่องมือต่อชั่วโมง ในที่นี้ให้ถือ เป็น เท่ากับ 9,352 บาท

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ก และ ข สำหรับ

ขนาดพื้นที่ประเภท 1 และ 2 โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน

ลำดับ	การใช้งานและเครื่องมือ	ประเภท 1				ประเภท 2					
		เวลา (ชม.)	แบบ ก		แบบ ข		เวลา (ชม.)	แบบ ก		แบบ ข	
			อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)	อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)		อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)	อัตรา (บาท/ชม.)	ค่าเครื่องมือ (บาท)
1	งานวางเส้นฐาน										
	WILD T16	2	572	1,144	13	26	2	572	1,144	13	26
	DI4	2	2,208	4,416	67	134	2	2,208	4,416	67	134
	NAK1	2	129	258	4	8	2	129	258	4	8
	ไม้ระดับ	2	35	70	2	4	2	35	70	2	4
2	งานภาพถ่ายและวางจุด- ควบคุม										
	WILD T2	4	409	1,636	28	112	4	409	1,636	28	112
	WILD P31	4	667	2,668	67	268	4	667	2,668	67	268
3	งานรังวัดพิกัดในเครื่อง- ร่างสามมิติ Planicomp										
	C100	3	40,000	12,000	682	2,046	30	4,000	120,000	682	20,460
	รวม			130,152		2,598			130,192		21,012

5.3.3 อัตราค่าจ้างแรงงานเวลาการปฏิบัติงาน

เงินเดือนและค่าจ้างแรงงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ ที่ปฏิบัติงานสำรวจหาปริมาณงานขุด ซึ่งเป็นอัตราใกล้เคียงกับเงินเดือนและค่าจ้างที่จ่ายจริงทางเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ในตารางที่ 5.7 ได้แยกเป็นอัตราค่าจ้างต่อวันโดยคิดวันทำการเดือนละ 22 วัน และอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงโดยคิดเวลาทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ค่าแรงงานหาได้จากจำนวนคนที่ปฏิบัติงานคูณด้วยอัตราค่าจ้างและคูณกับเวลาปฏิบัติงาน (ตารางที่ 5.8 และ 5.9)

ตารางที่ 5.7 แสดงอัตราค่าจ้างเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ

ลำดับ	ตำแหน่งงาน	เงินเดือน/ค่าจ้าง (บาท)	บาท/วัน	บาท/ชั่วโมง
1	วิศวกร	6,000	273	35
2	ช่างสำรวจ	5,000	227	30
3	เจ้าหน้าที่วัดทิศจากเครื่อง ร่างสามมิติ	5,000	227	30
4	เจ้าหน้าที่บ่อนข้อมูลคอมพิวเตอร์	5,000	227	30
5	ผู้ช่วยช่างสำรวจ	3,500	159	20
6	พนักงานขับรถ	3,000	137	17
7	คนงาน	-	68	8.5

เมื่อรวมเวลาของแต่ละลำดับการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน จะสามารถแบ่งเวลาการปฏิบัติงานได้เป็นสองขั้นตอน คือ เวลาการปฏิบัติงานในสนามและเวลาการปฏิบัติงานในสำนักงาน ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 5.10

5.3.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบ

ข้อพิจารณาที่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบคือ ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ค่าเครื่องมือต่องาน ค่าแรงงาน และจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานสำรวจหาปริมาณงานขุดสำหรับขนาดพื้นที่ประมาณ $13,000 \text{ ม}^2$ และ $200,000 \text{ ม}^2$ โดยพิจารณาตามลักษณะการใช้เครื่องมือแบบ ก และ ข ประกอบด้วย (ตารางที่ 5.11 และ 5.12)

ตารางที่ 5.8 แสดงชั่วโมงการปฏิบัติงานและค่าจ้างแรงงานสำหรับขนาดพื้นที่ประเภท 1 และประเภท 2 โดยการสำรวจในสนาม

ลำดับ	งานที่ปฏิบัติ	ตำแหน่งงาน	จำนวน (คน)	ค่าจ้าง ต่อชั่วโมง	เวลาปฏิบัติงาน (ชั่วโมง)		ค่าแรงงาน (บาท)	
					ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 1	ประเภท 2
1	สำรวจสังเขป	ช่างสำรวจ	1	30	1	3	30	90
2	หาจุดควบคุมทางราบและจุด ควบคุมทางตั้ง	ช่างสำรวจ	2	30	2	30	120	1,800
		ผู้ช่วยฯ	2	20	2	30	80	1,200
		คนงาน	4	8.5	2	30	68	1,020
3	ส่องแนวหาทีกัดทราย	ช่างสำรวจ	2	30	4	60	240	3,600
	บันทึกทีกัดทราย	ผู้ช่วยฯ	2	20	4	60	160	2,400
	วัดระยะ	คนงาน	4	8.5	4	60	136	2,040
	ส่องค่าระดับ	ช่างสำรวจ	4	30	4	60	480	7,200
	บันทึกค่าระดับ	ผู้ช่วยฯ	4	20	4	60	320	4,800
	ถือไม้ระดับ	คนงาน	2	8.5	4	60	68	1,020
	ถือสัมภาระ	คนงาน	2	8.5	4	60	68	1,020
	ขับรถยนต์	พนักงานฯ	1	17	4	60	68	1,020
4	คำนวณค่าระดับและปริมาตร ดิน	ช่างสำรวจ	1	30	8	120	240	3,600
		ผู้ช่วยฯ	1	20	8	120	160	2,400
5	บันทึกค่าระดับลงในแบบ- ฟอร์มคอมพิวเตอร์	ช่างสำรวจ	1	30	8	120	240	3,600
6	ป้อนข้อมูล เข้าคอมพิวเตอร์	เจ้าหน้าที่ฯ	1	30	2	30	60	900
รวม					65	963	2,538	37,710

ตารางที่ 5.9 แสดงชั่วโมงการปฏิบัติงานและค่าจ้างแรงงานสำหรับขนาดพื้นที่ประเภท 1 และประเภท 2 โดยวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน

ลำดับ	งานที่ปฏิบัติ	ตำแหน่งงาน	จำนวน (คน)	ค่าจ้าง ต่อชั่วโมง	เวลาปฏิบัติงาน (ชั่วโมง)		ค่าแรงงาน (บาท)		
					ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 1	ประเภท 2	
1	การสำรวจสังเขป	วิศวกร	1	35	2	2	70	70	
2	การวางแผนงาน	วิศวกร	1	35	3	3	105	105	
3	การวางแผนฐานโดยวิธีวงรอบ และทำระดับ	ช่างสำรวจ	1	30	2	2	60	60	
		ผู้ช่วยฯ	1	20	2	2	40	40	
		คนงาน	2	8.5	2	2	34	34	
4	การถ่ายภาพและวางจุดควบคุม - ควบคุมการปฏิบัติ - ถ่ายภาพและวัดจุดควบคุม - ควบคุมการวาง เบ้า - บันทึกมุม - วาง เบ้า - สัมภาระ - ขั้วรถยนต์	วิศวกร	1	35	4	4	140	140	
		ช่างสำรวจ	2	30	4	4	240	240	
		ผู้ช่วยฯ	1	20	4	4	80	80	
		ผู้ช่วยฯ	1	20	4	4	80	80	
		คนงาน	2	8.5	4	4	68	68	
		คนงาน	2	8.5	4	4	68	68	
		พนักงานขับรถ	1	17	4	4	68	68	
		เจ้าหน้าที่	2	30	3	30	180	1,800	
6	บ่อนข้อมูล เข้าคอมพิวเตอร์ เพื่อแปลงค่าพิกัด	เจ้าหน้าที่	1	30	2	30	60	900	
7	เตรียมข้อมูลหาพื้นที่ขอบ เขต	ช่างสำรวจ	1	30	8	120	240	3,600	
8	บ่อนข้อมูลคำนวณปริมาตร	เจ้าหน้าที่	1	30	2	30	60	900	
รวม						54	249	1,593	8,253

ตารางที่ 5.10 แสดงเวลาการปฏิบัติงาน เป็นชั่วโมงในการปฏิบัติงานในสนามและสำนักงาน

ลำดับ	การปฏิบัติงาน	การสำรวจโดยวิธีรังวัดในสนาม		การสำรวจโดยวิธีภาพถ่าย	
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 1	ประเภท 2
1	การปฏิบัติงานในสนาม	7	93	11	11
2	การปฏิบัติงานในสำนักงาน	18	270	15	205
	รวม	25	363	26	221

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบเวลาการปฏิบัติงาน ค่าเครื่องมือต้องงาน และค่าแรงงาน

ลำดับ	รายการ	การสำรวจโดยวิธี เดิม		การสำรวจโดยภาพถ่ายภาคพื้นดิน	
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 1	ประเภท 2
1	(ก) เวลาปฏิบัติงานในสนาม (ชม.)	7	93	11	11
	(ข) เวลาปฏิบัติงานในสำนักงาน (ชม.)	18	270	15	205
	รวมเวลา (ก) + (ข) (ชม.)	25	363	26	221
2	(ก) ค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้แบบ ก (บาท)	9,352	9,352	130,192	130,192
	(ข) ค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้แบบ ข (บาท)	442	6,630	2,598	21,012
3	ค่าแรงงาน (บาท)	2,538	37,710	1,593	8,253
4	(ก) ค่าแรงงาน + ค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้แบบ ก (บาท)	11,890	47,062	131,785	138,445
	(ข) ค่าแรงงาน + ค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้แบบ ข (บาท)	2,980	44,340	4,191	29,265

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตามตำแหน่งงานโดยการสำรวจทั้งสองวิธี

ลำดับ	ชื่อตำแหน่ง	การสำรวจโดยวิธี เดิม	การสำรวจโดยภาพถ่ายภาค- พื้นดิน
1	วิศวกร	- คน	1 คน
2	ช่างสำรวจ	6 คน	2 คน
3	เจ้าหน้าที่วัดพื้นที่จาก เครื่องร่าง สามมิติ	- คน	2 คน
4	เจ้าหน้าที่ป้อนข้อมูลคอมพิวเตอร์	1 คน	1 คน
5	ผู้ช่วยช่างสำรวจ	6 คน	2 คน
6	พนักงานขับรถยนต์	1 คน	1 คน
7	คนงาน	8 คน	4 คน
	รวม	22 คน	13 คน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 สรุปการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย เวลา และจำนวนเจ้าหน้าที่

ขนาด เนื้อที่ (ม. ²)	ประเภทสำรวจ	ค่าเครื่องมือ		ค่าจ้างแรงงาน	ค่าจ้างแรงงาน เครื่องมือ		เวลาปฏิบัติงาน	จำนวน เจ้าหน้าที่
		แบบ ก	แบบ ข		แบบ ก	แบบ ข		
13,000	สำรวจโรงงาน	ถูกกว่า 13.9 เท่า	ถูกกว่า 5.9 เท่า		ถูกกว่า 11.1 เท่า	ถูกกว่า 1.4 เท่า	เท่ากัน	22 คน
	ภาพถ่าย			ถูกกว่า 1.6 เท่า			เท่ากัน	13 คน
200,000	สำรวจในสนาม	ถูกกว่า 13.9 เท่า	ถูกกว่า 3.2 เท่า					22 คน
	ภาพถ่าย			ถูกกว่า 4.6 เท่า		ถูกกว่า 1.5 เท่า	น้อยกว่า 1.6 เท่า	13 คน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.4.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของเครื่องมือสำรวจหาปริมาณงานขุด โดยการสำรวจรังวัดในภาพและการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินแบ่งเป็นข้อ ๆ ดังนี้

(1) ค่าเครื่องมือต่องานการสำรวจหาปริมาณงานขุดสำหรับสองขนาดพื้นที่โดยการสำรวจในสนาม ถูกกว่าค่าเครื่องมือโดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน ทั้งนี้ เนื่องจากราคาเครื่องรังสามมิติมีราคาสูงและต้องเสียค่าบำรุงรักษาอีกปีละ 5-10 ซึ่งมีผลกระทบต่อราคาเครื่องมือมาก

(2) ค่าแรงงานโดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินถูกกว่าค่าแรงงานโดยการสำรวจรังวัดในสนามประมาณ 37% และ 78% สำหรับขนาดพื้นที่ประมาณ 13,000 ม.² และ 200,000 ม.² ตามลำดับ

(3) ค่าแรงงานรวมกับค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ก การสำรวจรังวัดในสนามถูกกว่าการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน (ตารางที่ 5.13)

(4) พื้นที่ขนาดประมาณ 13,000 ม.² ค่าแรงงานรวมกับค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ข โดยการสำรวจรังวัดในสนาม ถูกกว่าโดยวิธีสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินประมาณ 40%

(5) พื้นที่ขนาดประมาณ 200,000 ม.² ค่าแรงงานรวมกับค่าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานแบบ ข โดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินถูกกว่าโดยการสำรวจรังวัดในสนามประมาณ 51% (ตารางที่ 5.11)

จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการสำรวจทั้งสองวิธีได้ข้อสังเกตแต่ละวิธีมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบซึ่งกันและกันคือ การสำรวจรังวัดในสนามได้เปรียบในด้านค่าเครื่องมือ ส่วนการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางภาคพื้นดินได้เปรียบในด้านค่าจ้างแรงงาน ถ้าพื้นที่ขนาดใหญ่และลักษณะการใช้เครื่องมือแบบ ข เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมได้ทดลองเปรียบเทียบใช้กับพื้นที่ขนาดม. ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าเดิมประมาณ 1.5 เท่า

- 1) การสำรวจรังวัดในสนาม (พิจารณาตารางที่ 5.7 และ 5.10 ประกอบ)
 - ค่าเครื่องมือ $(86 \times 3 \times 1.5) + (46 \times 4 \times 1.5) = 663$ บาท
 - ค่าจ้างแรงงาน $(65 \times 39 \times 1.5) = 3803$ บาท
 - ค่าเครื่องมือ + ค่าจ้างแรงงาน $663 + 3803 = 4466$ บาท
- 2) การสำรวจวิธีภาพถ่ายภาคพื้นดิน (พิจารณาตารางที่ 5.6 และ 5.11 ประกอบ)
 - ค่าเครื่องมือ $552 + (3.5 \times 682) = 2387$ บาท
 - ค่าจ้างแรงงาน $1053 + 750 = 1803$ บาท
 - ค่าเครื่องมือ + ค่าจ้างแรงงาน $2387 + 1803 = 4190$ บาท

* ใช้เวลาในการใช้เครื่องรังสามมิติ จำนวน 3.5 ชม.
- 3) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
 - การสำรวจรังวัดในสนาม $= 4466$ บาท
 - การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน $= 4190$ บาท
 - การสำรวจวิธีเดิมใช้จ่ายมากกว่า $= 276$ บาท
 - คิด เป็น เปอร์เซ็นต์ $= 6\%$

ดังนั้นถ้าขอบเขตของพื้นที่งานชุดที่มีขนาดตั้งแต่ 20,000 ม.² ขึ้นไปควรเลือกใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน โดยมีลักษณะการใช้เครื่องมือแบบ ข

5.3.4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบเวลา

ในการสำรวจหาปริมาณงานชุดที่ให้ความถูกต้องและรวดเร็วทันต่อเวลา เป็นเรื่องบังเอิญถึงประสิทธิภาพในการทำงาน ถ้าใช้เวลาน้อยการคิดค่าจ้างเหมาชุดก็จะรวดเร็วและค่าจ้างแรงงานในการสำรวจก็จะน้อยตามไปด้วย จากตารางที่ 5.8, 5.9 และ 5.11 จะได้วิเคราะห์เปรียบเทียบเวลาการปฏิบัติงานระหว่างวิธีการสำรวจเดิมและการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน ดังนี้

(1) สำหรับขนาดพื้นที่ประมาณ 13,000 ม.² เวลาการปฏิบัติงานของทั้งสองวิธีใกล้เคียงกัน

(2) สำหรับขนาดพื้นที่ประมาณ 200,000 ม.² การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน ใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยกว่าวิธีการสำรวจรังวัดในสนาม โดยเฉพาะเวลา

การปฏิบัติงานในสนาม

(3) ในการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน ถ้าหากมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดรูปร่างและกำหนดขอบเขตพื้นที่ เพื่อคำนวณหาปริมาณงานขุดได้โดยอัตโนมัติ จะสามารถลดเวลาการปฏิบัติงานในขั้นตอนดังกล่าวได้มาก พื้นที่ขนาด $13,000 \text{ ม}^2$ จะลดเวลาการปฏิบัติงานได้ประมาณ 10 ชั่วโมง ขนาดพื้นที่ประมาณ $200,000 \text{ ม}^2$ จะลดเวลาการปฏิบัติงานประมาณ 150 ชั่วโมง

ในงานสำรวจด้วยภาพถ่าย หากใช้โปรแกรมรูปจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Terrain Model) ภายในเครื่องร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์ที่คำนวณหาปริมาณงานขุดแล้ว จะลดเวลาการป้อนข้อมูลคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาปริมาณงานขุดดังกล่าวลงได้อีกมาก ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาได้มากขึ้น

(4) เนื่องจากวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินได้ถ่ายรูปภาพสามมิติครอบคลุมพื้นที่ประมาณ $200,000 \text{ ม}^2$ ฉะนั้นการปฏิบัติงานสนามเพื่อถ่ายรูปภาพสามมิติสำหรับพื้นที่ประมาณ $13,000 \text{ ม}^2$ และ $200,000 \text{ ม}^2$ จึงใช้เวลาเดียวกัน ในขณะที่ทำการสำรวจจริงวัดในสนามต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นประมาณ 13 เท่า (เฉพาะงานในสนาม)

(5) การปฏิบัติงานสนามโดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินไม่ต้องเสียเวลารอให้รถขุดหยุดเครื่องในขณะที่ปฏิบัติงานสำรวจ แต่การสำรวจจริงวัดในสนามต้องรอให้รถขุดเครื่องเพื่อการบำรุงรักษาจึงจะปฏิบัติงานได้

(6) ในกรณีภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ เช่น ฝนตก วิธีการสำรวจเดิมไม่อาจปฏิบัติงานได้ เพราะต้องใช้เวลาปฏิบัติงานในสนามมาก แต่การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินสามารถกระทำได้ เพราะใช้เวลาในการปฏิบัติงานสนามน้อยกว่ามาก กล่าวคือ การถ่ายรูปภาพสามมิติรวมทั้งการวางจุดควบคุมใช้เวลาไม่เกิน 4 ชั่วโมง ถ้าหากวางตำแหน่งจุดควบคุมไว้อย่างถาวร เฉพาะการถ่ายภาพคู่อื่น ๆ ใช้เวลาประมาณ 45 นาที

5.3.4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบของค้ประกอบอื่น ๆ

นอกเหนือจากค่าเครื่องมือ ค่าจ้างแรงงาน และเวลาในการปฏิบัติงานสำรวจหาปริมาณงานขุดที่ได้น่ามาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างวิธีการทั้งสองดังกล่าวแล้ว เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานสำรวจหาปริมาณงานขุดก็เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่ขาดไม่ได้ เพราะเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานมีส่วนสัมพันธ์กับการใช้เครื่องมือ การใช้เวลาในการปฏิบัติงาน และค่าจ้างแรงงาน

จากตารางที่ 5.12 ได้แสดงเปรียบเทียบจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานโดยการสำรวจ ทั้งสองวิธี ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการสำรวจเดิมแพงกว่าวิธีการสำรวจรังวัดในสนาม นอกจากใช้เวลา ในการปฏิบัติงานมากกว่าวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดินแล้ว ยังใช้เจ้าหน้าที่มากกว่าอีกด้วย เป็นผลให้ค่าใช้จ่ายในด้านค่าจ้างแรงงานโดยวิธีการสำรวจเดิมแพงกว่าวิธีการสำรวจด้วยภาพถ่าย ภาคพื้นดิน (ตารางที่ 5.11)

จากตารางที่ 5.13 สรุปการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย เวลา และจำนวนเจ้าหน้าที่ ระหว่างวิธีการสำรวจทั้งสองวิธีตามขนาดพื้นที่งานชุด

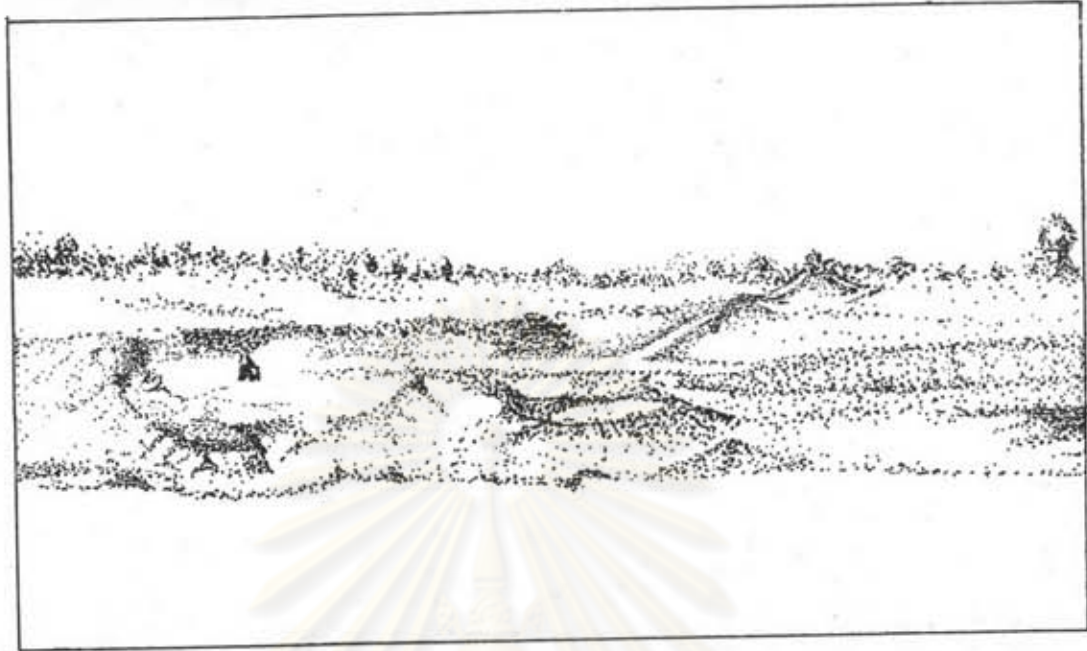
5.4 ปัญหาและอุปสรรคในการคำนวณการ

ก. จุดควบคุมภาคพื้นดิน เป้าที่ผู้วิจัยออกแบบไว้เล็กเกินไปกล่าวคือ ออกแบบไว้โต กว่าจุดลอย 1.5 เท่า ตามหลักแล้วควรจะให้เฉพาะเครื่องหมายกึ่งกลางเป้าโตกว่าจุดลอย 1.5 เท่า ส่วนตัวเป้าควรจะให้โตกว่าจุดลอยไม่น้อยกว่า 3-10 เท่า

ในขณะที่เดียวกันจุดควบคุมภาคพื้นดิน (เป้า) ทาสีขาว-ดำ ทำให้มองไม่เห็นเด่นชัด เพราะไม่ตัดกันกับพื้นดิน ในกรณีนี้เป้าควรจะเป็นสีเหลือง กรณีดังกล่าวทำให้มองไม่เห็น เป้า หมายเลข P6

ข. การจัดวางตำแหน่งเป้าใช้สามขาตั้งบนดิน เวลาจัดภาพสามมิติ เมื่อวางจุดลอย บนเป้าทำให้เสียเวลาและวางจุดลอยยาก ควรจะได้วางตำแหน่งเป้าติดกับพื้นผิวดินที่เป็นหน้าผา โดยวางในแนวตั้งและหัน เป้ามาตั้งฉากกับ เส้นฐาน

ค. การถ่ายภาพสามมิติ ควรจะถ่ายให้เกิดภาพสามมิติในลักษณะของรูปที่ ค.1 หรือให้ใกล้เคียงที่สุด ในการวิจัยนี้ได้ถ่ายภาพสามมิติเป็นไปในลักษณะ ดังรูปที่ 5.1 ในการ ขจัดระยะเหลือมทาง Y ด้วย bz จะมีปัญหาที่บีบจำกัดของเครื่องมือ ถ้าหากใช้เครื่องร่าง แพนที่แบบฉายเป็นเชิงกล เพราะความลึกของวัตถุของจุดใกล้สุดและไกลสุดในรูปจำลองมีลักษณะ เหมือนรูปจำลองแบบภูเขา (Mountaineous terrain) ของกรณีภาพถ่ายทางอากาศ



รูปที่ 5.1 แสดงรูปจำลองสามมิติในงานวิจัย

ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องร่างแผนที่เชิงวิเคราะห์ จึงไม่มีปัญหาในการจัดระยะเหลือทาง Y

ง. การจัดรูปสามเหลี่ยมและกำหนดขอบเขตพื้นที่ซึ่งกระทำด้วยมือ เพื่อคำนวณหาปริมาณตรงงานชุดในงานวิจัยนี้ เสียเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง และต้องเสียเวลาป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์อีก 2 ชั่วโมง ถ้าหากได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจัดรูปสามเหลี่ยมและกำหนดขอบเขตพื้นที่คำนวณปริมาตรได้เองโดยอัตโนมัติ จะสามารถตัดขั้นตอนดังกล่าวออกได้ประมาณ 10 ชั่วโมง ค่าการคำนวณปริมาตรในพื้นที่ $13,000 \text{ ม}^2$

จ. การวางจุดลอยบนพื้นราบต้องวางด้วยความพิถีพิถันยิ่งขึ้น ในขณะที่การวางจุดลอยส่วนที่เป็นหน้าผาได้อย่างสะดวกและง่ายดาย