

บทที่ 6

การวิเคราะห์ผล

เมื่อการประมวลผลสิ้นสุดลง ก่อนที่นำค่าต่างๆไปใช้งาน สมควรมีการวิเคราะห์ผลเสียก่อน เพื่อให้ทราบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีค่าถูกต้อง และ อยู่ในเกณฑ์งานที่ยอมรับหรือไม่ การวิเคราะห์ผลแบ่งออกเป็น ส่วนต่างๆดังนี้

6.1 วิเคราะห์หาค่าความสูงทางดิ่งหลักที่จำเป็นต้องใช้

เมื่อเราทำการรังวัดดาวเทียมเสร็จเรียบร้อยแล้ว การประมวลผลเพื่อหาค่าระดับความสูงของหมุดหลักฐานสำหรับใช้เป็นหมุดควบคุมทางดิ่ง จำเป็นต้องมีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักมากพอ ที่ใช้ในการประมวลผลโครงข่าย เพื่อหาค่าระดับความสูงเหนือทรงรีลิ่งสู่ความสูงเหนือย็อยให้ได้ค่าถูกต้อง โดยเปรียบเทียบกับค่าระดับที่ได้จากการเดินระดับในเกณฑ์งานชั้น 3 การใช้จำนวนหมุดควบคุมทางดิ่งหลักในการวิเคราะห์แยกออกเป็น

6.1.1 โดยไม่ใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักเลย เมื่อไม่มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก โปรแกรม TRIMNET จะคำนวณและปรับแก้โครงข่าย ผลลัพธ์ของค่าระดับความสูงที่ได้ออกมาจะเป็นความสูงเหนือทรงรี ค่าแตกต่างระหว่างค่าระดับที่ได้ จากการรังวัดดาวเทียมจีพีเอสและการเดินระดับ ได้ผลลัพธ์ตามตาราง 5.2 จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงมากประมาณ 30 เมตร การจะให้ผลลัพธ์มีค่าใกล้เคียงกัน จำเป็นต้องมีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักมากพอ เพื่อให้ตัวโปรแกรม TRIMNET พยายามปรับแก้โครงข่ายและหาค่าระดับจากเหนือทรงรีลิ่งสู่เหนือย็อย

6.1.2 โดยใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งตัว ใช้หมุด 1136 ซึ่งเป็นหมุดระดับชั้นหนึ่งของกรมแผนที่ทหาร ที่อยู่บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของโครงข่าย ผลลัพธ์ตามตารางที่ 5.3 ค่าแตกต่างจะมีน้อยลง สูงสุดมีค่า 0.998 เมตร หมุดหลักฐานที่อยู่ห่างจากหมุด 1136 มากเท่าไร ค่าแตกต่างก็ยังมีค่ามากขึ้นด้วย โดยเฉพาะในแนวตะวันออก-ตะวันตก จะมีค่าแตกต่างมากกว่าในแนวเหนือ-ใต้ แสดงว่าหมุดควบคุมทางดิ่งหลักเพียงหนึ่งตัวยังไม่เพียงพอ เนื่องจากเป็นการดิ่งทรงรีมาแต่ที่หมุด 1136 ในขณะที่จุดอื่นๆ ก็ถูกดึงลงมาด้วยความสูงเท่ากัน

6.1.3 โดยใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่ตัว คือหมุด 1136,1132,BMN4 และNYP2 ซึ่งเป็นหมุดหลักฐานที่กระจายอยู่ตามมุมทั้ง 4 ของโครงข่าย โดยหมุด 1136,1132 เป็นหมุดระดับชั้นหนึ่งของกรมแผนที่ทหาร ส่วนหมุด BMN4,NYP2 เป็นหมุดระดับที่ได้จากการเดินระดับ ระยะทางตามแนวยาวของ

โครงข่ายระหว่างหมุด 1136 และ NYP2 ประมาณ 40 กิโลเมตร ระยะทางตามแนวกว้างของโครงข่ายระหว่างหมุด 1136 และ 1132 ประมาณ 20 กม. ผลลัพธ์ของการประมวลผลตามตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าค่าแตกต่างมีค่าลดลงมาก เนื่องจากเป็นการกวดทรงรีให้เตี้ยออกทั้ง 4 จุด รูปร่างของทรงรีจะเปลี่ยนไปแนบสนิทกับยี่ออย ค่าแตกต่างสูงสุดเพียง 0.091 เมตร ที่หมุด MB06 ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง 0.023 เมตร และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.040 เมตร

6.1.4 โดยใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักห้าตัว โดยเพิ่มหมุดควบคุมทางดิ่งหลักอีกหนึ่งหมุดลงตรงกึ่งกลางโครงข่าย คือหมุด MB03 โดยมีระยะห่างจากหมุด 1136 และหมุด NYP2 ประมาณ 20 กม. ผลลัพธ์การประมวลผลตามตารางที่ 5.5 ค่าแตกต่างลดลงอีก เนื่องจากเป็นการกวดทรงรีให้เตี้ยออกทั้ง 5 จุด รูปร่างของทรงรีจะเปลี่ยนไป แนบสนิทกับยี่ออยมากขึ้น ค่าแตกต่างสูงสุดที่หมุด MB08 มีค่า -0.049 เมตร ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง -0.008 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.031 เมตร

6.1.5 โดยใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักเจ็ดตัว โดยเพิ่มกึ่งกลางระหว่างหมุด 1136, หมุด MB03 คือหมุด BMH8 ห่างจากหมุดทั้งสองประมาณ 10 กม.และระหว่างหมุด MB03,BMN4 คือหมุด MB09 ห่างจากหมุดทั้งสองประมาณ 10 กม.เช่นเดียวกัน ผลลัพธ์ของการประมวลผลตามตารางที่ 5.6 ค่าแตกต่างมีค่าใกล้เคียงกับตารางที่ 5.5 มีค่าเฉลี่ยความแตกต่าง -0.007 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.033 เมตร ทั้งสองค่ามีค่าใกล้เคียงกับที่ได้จากตารางที่ 5.5 ด้วย เนื่องจากทรงรีมีความแนบสนิทกับยี่ออยมากอยู่แล้ว ถึงแม้จะเพิ่มหมุดควบคุมทางดิ่งหลักอีกก็ไม่ทำให้ทรงรีแนบสนิทกับยี่ออยดีกว่าที่เป็นอยู่

6.1.6 ในกรณีที่พิจารณาเฉพาะบริเวณที่มีการเดินระดับไว้ โดยตัดหมุด 1132 และ 1133 ของกรมแผนที่ทหารออก โดยใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 3 ตัว คือหมุด 1136,BMN4 และNYP2 ซึ่งเป็นหมุดหลักฐานที่กระจายอยู่ตามมุมทั้ง 3 ของโครงข่าย โดยหมุด 1136 เป็นหมุดระดับชั้นหนึ่งของกรมแผนที่ทหาร ส่วนหมุด BMN4,NYP2 เป็นหมุดระดับที่ได้จากการเดินระดับ ระยะทางตามแนวยาวของโครงข่ายระหว่างหมุด 1136 และ BMN4 ประมาณ 40 กิโลเมตร , ระหว่างหมุด 1136 และ NYP2 ประมาณ 40 กิโลเมตร และระหว่างหมุด BMN4 และ NYP2 ประมาณ 20 กม. ผลลัพธ์ของการประมวลผลตามตารางที่ 5.7 จะเห็นได้ว่าค่าแตกต่างมีค่าใกล้เคียงกับที่ได้จากการใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 4 หมุด ครอบคลุมทั้งโครงข่ายเดิม

6.1.7 ในกรณีเช่นเดียวกับข้อ 6.1.6 โดยใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 4 ตัว โดยเพิ่มหมุดควบคุมทางดิ่งหลักอีกหนึ่งหมุด ลงตรงกึ่งกลางโครงข่าย คือหมุด MB03 โดยมีระยะห่างจากหมุด 1136, BMN4 และ หมุด NYP2 ประมาณ 20 กม. ผลลัพธ์การประมวลผลตามตารางที่ 5.8 จะเห็นได้ว่าค่าแตกต่างมีค่าใกล้เคียงกับที่ได้จากการใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 5 หมุด ครอบคลุมทั้งโครงข่ายเดิม ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง -0.001 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.030 เมตร

จากข้อ 6.1.4 และ 6.1.5 แสดงให้เห็นว่าการใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักมากเกินไปไม่ทำให้ได้รับค่าระดับความสูงดีขึ้น ดังนั้นการประมวลผลโครงข่ายสมควรใช้ หมุดควบคุมทางดิ่งหลักพอเหมาะใน

พื้นที่ที่ทำกรวิจัยนี้สมควรใช้หมุดควบคุมหลักตามข้อ 6.1.4 ซึ่งแต่ละหมุด มีระยะห่างกันประมาณ 20 กม. ก็เพียงพอโดยจะได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 5.5 และในกรณีที่พิจารณาเฉพาะบริเวณที่มีการเดินระดับไว้ โดยตัดหมุด 1132 และ 1133 ของกรมแผนที่ทหารออก สมควรใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักซึ่งมี 4 หมุด ตามข้อ 6.1.7 ก็เพียงพอ ผลลัพธ์ตามตารางที่ 5.8 และระยะทางระหว่างหมุดควบคุมหลักทั้ง 4 ก็ห่างกันประมาณ 20 กม. เช่นเดียวกัน

6.2 วิเคราะห์ค่าระดับ

โดยใช้ค่าระดับความสูงที่ได้จากการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ที่มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 5 หมุด ซึ่งเหมาะเพียงพอไม่มากเกินไป ค่าระดับที่ได้ตามตารางที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าค่าระดับความสูง ที่ได้จากการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส มีค่าใกล้เคียงกับค่าระดับความสูงที่ได้จากการเดินระดับในเกณฑ์งานชั้น 3 โดยมีค่าแตกต่างสูงสุดเพียง -0.049 เมตร ที่หมุด MB08 และในกรณีที่พิจารณาเฉพาะบริเวณที่มีการเดินระดับไว้ โดยตัดหมุด 1132 และ 1133 ของกรมแผนที่ทหารออก ใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 4 หมุด ค่าระดับที่ได้ตามตารางที่ 5.8 มีค่าแตกต่างสูงสุดที่หมุด MB11 โดยมีค่า +0.050 เมตร ค่าระดับที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าระดับที่ได้จากตารางที่ 5.5 ค่าระดับที่ได้จากทั้งสองกรณีเพียงพอที่จะนำไปใช้ในงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสูงมากนัก

6.3 วิเคราะห์ค่าต่างระดับ

เป็นการวิเคราะห์ค่าต่างระดับของหมุดหลักฐาน ทั้งสองปลายของเส้นฐาน ระหว่างค่าต่างระดับที่ได้จากการรังวัดดาวเทียม และจากการเดินระดับ โดยค่าต่างทั้งสองจะต้องอยู่ในเกณฑ์งานชั้นสาม คือ $12\sqrt{k}$ mm. จากสมการ 2.42 $\Delta h_{21} = \Delta H_{21} + \Delta N_{21}$ เราสามารถหาค่า ΔH_1 ที่ได้จากการรังวัดดาวเทียม นำมาเทียบกับ ΔH_2 ที่ได้จากการเดินระดับ โดยแบ่งการหาค่า ΔH_1 ที่ได้จากการรังวัดดาวเทียม เป็นข้อๆดังนี้

6.3.1 ΔH_1 ที่ได้จากการประมวลผลโครงข่ายของการรังวัดดาวเทียมจีพีเอสโดยใช้โปรแกรม TRIMNET ใช้ค่าที่ได้จากการประมวลผลในข้อ 5.2.4.5 ที่ใช้หมุดควบคุมทางดิ่งห้าหมุด เป็นจำนวนหมุดควบคุมทางดิ่งน้อยที่สุด ที่ให้ค่าถูกต้องที่ยอมรับได้ เส้นฐานที่นำมาเปรียบเทียบเป็นเส้นฐานที่อยู่ในโครงข่ายทั้งสิ้น 35 เส้นฐาน ผลจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นตามตารางที่ 6.1

จากตารางที่ 6.1 จำนวนเส้นฐานที่นำมาเปรียบเทียบมีทั้งสิ้น 35 เส้น จากหมุดหลักฐาน 20 หมุด มีเส้นฐานที่ผ่านเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในงานชั้นสาม 15 เส้น ไม่ผ่าน 19 เส้น และเป็นเส้นฐานที่กำหนดค่าระดับคงที่ 1 เส้น ค่าแตกต่างสูงสุด 0.077 เมตร ที่เส้นฐาน MB06-MB04 จะเห็นได้ว่าค่าระดับความสูงที่ได้รับจากการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ยังไม่ผ่านเกณฑ์งานชั้นสาม แต่ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดก็มีเพียง 0.077 เมตร สำหรับเส้นฐานที่มีระยะเกิน 5 กม. จะอยู่ในเกณฑ์งานชั้นสี่ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $25\sqrt{k}$ มม. ข้อมูลที่ได้แสดงมานี้ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัด เนื่องด้วยค่าระดับความสูงของ

หมุดควบคุมทางดิ่งหลักที่ใช้ มาจากการเดินระดับในเกณฑ์งานชั้นสาม ซึ่งยังมีความคลาดเคลื่อน อยู่ในตัวเอง ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของการทำระดับทั้งสองวิธี อาจจะมีทิศทางไปทางตรงกันข้าม ทำให้ค่าต่างระดับที่ได้มีค่าสูงจนไม่ผ่านเกณฑ์งานชั้นสาม

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบค่าต่างระดับที่ได้จากการรังวัดดาวเทียมโดยโปรแกรม TRIMNET
กับการเดินระดับในแต่ละเส้นฐาน

LINE	DIST (KM.)	Δh (M.)	ΔN (M.)	$\Delta H1$ (M.) (GPS.)	$\Delta H2$ (M.) (LEVELLING)	$\Delta H2-\Delta H1$ (M.)	ALLOWABLE (3 rd ORDER)	REMARK
0776-1133	15.108	+904.238	+0.755	+903.483	+903.506	+0.023	0.047	OK.
1132-1133	4.800	+ 44.047	-0.234	+ 44.281	+ 44.323	+0.042	0.026	
0776-NYP1	1.343	+ 0.062	+0.013	+ 0.049	+ 0.047	-0.002	0.014	OK.
MB01-NYP1	4.625	+ 1.725	-0.020	+ 1.745	+ 1.722	-0.023	0.026	OK.
1133-MB01	14.391	-905.901	-0.722	-905.179	-905.181	-0.002	0.046	OK.
1136-NYP1	1.000	+ 5.784	+0.022	+ 5.762	+ 5.779	+0.017	0.012	
1136-BMH8	6.579	- 11.500	-0.021	- 11.479	- 11.468	+0.011	0.031	OK.
BMH8-MB02	7.725	+ 11.863	+0.016	+ 11.847	+ 11.845	-0.002	0.033	OK.
MB01-MB02	10.641	- 3.696	-0.047	- 3.649	- 3.680	-0.031	0.039	OK.
BMH8-MB06	15.669	- 35.544	-0.003	- 35.541	- 35.593	-0.052	0.048	
MB02-MB06	7.974	- 47.407	-0.019	- 47.388	- 47.438	-0.050	0.034	
MB03-MB06	1.407	- 35.148	-0.038	- 35.110	- 35.151	-0.041	0.014	
MB06-MB04	0.787	+ 9.068	+0.058	+ 9.010	+ 9.087	+0.077	0.011	
MB06-MB07	1.757	- 3.108	+0.077	- 3.185	- 3.130	+0.055	0.016	
MB04-MB05	2.436	+ 71.223	+0.060	+ 71.163	+ 71.135	-0.028	0.019	
MB03-MB04	1.597	- 26.080	+0.020	- 26.100	- 26.064	+0.036	0.015	
MB04-MB07	1.188	- 12.176	+0.019	- 12.195	- 12.217	-0.022	0.013	
MB07-MB05	1.258	+ 83.399	+0.041	+ 83.358	+ 83.352	-0.006	0.013	OK.
MB07-MB08	2.941	+ 5.762	+0.095	+ 5.667	+ 5.702	+0.035	0.021	
MB05-MB08	1.690	- 77.637	+0.054	- 77.691	- 77.650	+0.041	0.016	
MB06-MB09	11.015	- 16.421	+0.161	- 16.582	- 16.539	+0.043	0.040	
MB08-MB09	6.986	- 19.075	-0.011	- 19.064	- 19.111	-0.047	0.032	
MB09-ONGD	7.981	+154.804	+0.037	+154.767	+154.776	+0.009	0.034	OK.
MB09-BMN4	7.959	+ 22.634	+0.036	+ 22.598	+ 22.956	-0.002	0.034	OK.
BMN4-ONGD	0.479	+132.170	+0.001	+132.169	+132.180	+0.011	0.008	

ตารางที่ 6.1 (ต่อ)

NYP2-MB11	8.909	+619.104	+0.326	+618.778	+618.732	-0.046	0.036	
NYP2-DSLK	8.977	+615.483	+0.339	+615.144	+615.097	-0.047	0.036	
MB06-MB11	15.433	+534.633	-0.518	+535.151	+535.146	-0.005	0.047	OK.
MB09-MB11	13.192	+551.054	-0.679	+551.733	+551.685	-0.048	0.044	
DSLK-MB06	15.370	-531.012	+0.505	-531.517	-531.511	+0.006	0.047	OK.
DSLK-MB09	13.119	-547.433	+0.666	-548.099	-548.050	+0.049	0.043	
DSLK-MB11	0.074	+ 3.621	-0.013	+ 3.634	+ 3.635	+0.001	0.003	OK.
NYP1-MB06	23.185	- 52.828	-0.046	- 52.782	- 52.840	-0.058	0.058	OK.
1132-1136	19.549	-865.913	-0.998	-864.915	-864.915	-	0.053	FIX
1133-1136	14.890	-909.960	-0.765	-909.195	-909.238	-0.043	0.046	OK.
					MEAN	-0.003		
					SD.	0.036		

LINE เป็นเส้นฐานระหว่างหมุดหลักฐานทั้งสองปลาย

DIST เป็นระยะทางของเส้นฐาน มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

Δh เป็นค่าต่างระดับเหนือทรงรีระหว่างหมุดหลักฐานทั้งสองปลายของเส้นฐาน

$\Delta H1$ เป็นค่าต่างระดับเหนือย็อยระหว่างหมุดหลักฐานทั้งสองปลายของเส้นฐาน ได้จากการรังวัดดาวเทียม

ΔN เป็นค่าต่าง GEOID UNDULATION ($\Delta h - \Delta H1$)

$\Delta H2$ เป็นค่าต่างระดับเหนือย็อยระหว่างหมุดหลักฐานทั้งสองปลายของเส้นฐาน ได้จากการเดินระดับ

ALLOWABLE เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในเกณฑ์งานชั้นสาม

REMARK หมายเหตุ OK. คืออยู่ในเกณฑ์งานชั้นสาม

งานกำหนดขอบเขตในโครงการสร้างอ่างเก็บน้ำ โดยการทาสีขอบอ่างตามระดับเก็บกักสูงสุด ในพื้นที่ลักษณะภูเขานี้สามารถนำ การรังวัดดาวเทียมจีพีเอสไปใช้งานได้ เนื่องจากไม่ต้องการความถูกต้องสูง ความคลาดเคลื่อนยอมให้สูงได้ถึง 0.100 เมตร รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ไม่ต้องการหมุดควบคุมทางดิ่ง ที่มีความถูกต้องสูงมาก เช่น งานหมุดควบคุมทางดิ่งของรูปถ่ายทางอากาศ งานทางลำลอง งานด้านป่าไม้ ฯลฯ

ตารางที่ 6.2 ค่า GEOID UNDULATION โดยใช้โปรแกรม GEOID91A

STA	LATITUDE	LONGITUDE	UNDULATION (M.)
0776	N 18 10 42.6165	E 97 55 50.6728	-40.939
ONGD	N 17 47 43.3057	E 97 59 08.8976	-40.828
1132	N 18 08 26.9115	E 98 06 50.9995	-40.451
1133	N 18 09 13.6529	E 98 04 15.2212	-40.569
1136	N 18 09 29.4011	E 97 55 49.8597	-40.947
BMH8	N 18 05 55.8665	E 97 55 35.3175	-40.978
BMN4	N 17 47 47.9671	E 97 59 23.7576	-40.815
DSLK	N 17 50 33.2580	E 97 50 46.7646	-41.281
MB01	N 18 07 30.5518	E 97 56 18.7113	-40.936
MB02	N 18 01 45.2590	E 97 55 54.2387	-40.984
MB03	N 17 58 11.8335	E 97 55 44.5864	-41.005
MB04	N 17 57 24.6014	E 97 56 07.1746	-40.989
MB05	N 17 56 20.1381	E 97 56 55.2796	-40.951
MB06	N 17 57 26.2377	E 97 55 40.4814	-41.011
MB07	N 17 56 51.3751	E 97 56 27.8071	-40.973
MB08	N 17 55 40.7997	E 97 57 35.2790	-40.918
MB09	N 17 51 55.2114	E 97 58 03.6480	-40.895
MB11	N 17 50 32.3229	E 97 50 44.4324	-41.283
NYP1	N 18 10 00.0719	E 97 56 01.1642	-40.935
NYP2	N 17 47 00.5956	E 97 47 18.9497	-41.468

6.3.2 ใช้ $\Delta H1 = \Delta h - \Delta N$ โดย Δh ได้จากผลการรังวัดดาวเทียมในข้อ 5.2.4.2 และ ΔN หาได้จาก โปรแกรมย่อย GEOID91A ซึ่งเป็นโปรแกรมหาค่า GEOID UNDULATION ของหมุดหลักฐานทุกๆ หมุด โดยใช้ OSU 86 GEOID MODEL ผลของการหาค่า GEOID UNDULATION แสดงตามตารางที่ 6.2 ส่วนผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบ ค่าต่างระดับความสูงที่ได้จากการรังวัดดาวเทียม และการเดินระดับตามเส้นฐานแสดง ตามตารางที่ 6.3 จะเห็นได้ว่ามีค่าต่างระดับผ่านเกณฑ์งานชั้นสาม 12 เส้น และไม่ผ่าน 23 เส้น ค่าต่างระดับระหว่างสองวิธีนี้มีค่ามากที่สุดสูงถึง 0.502 เมตร เนื่องจากโปรแกรม GEOID91A ยังให้

ค่า GEOID UNDULATION ไม่ละเอียดพอ ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับเมตร

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบค่าต่างระดับที่ได้จากการรังวัดดาวเทียมโดยหาค่า ΔN

จากโปรแกรม GEOID91A กับการเดินระดับในแต่ละเส้นฐาน

LINE	DIST (KM.)	Δh (M.)	ΔN (M.)	$\Delta H1$ (M.) (GPS.)	$\Delta H2$ (M.) (LEVELLING)	$\Delta H2-\Delta H1$ (M.)	ALLOWABLE (3 rd ORDER)	REMARK
0776-1133	15.108	+904.238	+0.370	+903.868	+903.506	-0.362	0.047	
1132-1133	4.800	+ 44.047	-0.118	+ 44.165	+ 44.323	+0.158	0.026	
0776-NYP1	1.343	+ 0.062	+0.004	+ 0.058	+ 0.047	-0.011	0.014	OK.
MB01-NYP1	4.625	+ 1.725	+0.001	+ 1.724	+ 1.722	-0.002	0.026	OK.
1133-MB01	14.391	-905.901	-0.367	-905.534	-905.181	+0.353	0.046	
1136-NYP1	1.000	+ 5.784	+0.012	+ 5.772	+ 5.779	+0.007	0.012	OK.
1136-BMH8	6.579	- 11.500	-0.031	- 11.469	- 11.468	+0.001	0.031	OK.
BMH8-MB02	7.725	+ 11.863	-0.006	+ 11.869	+ 11.845	-0.024	0.033	OK.
MB01-MB02	10.641	- 3.696	-0.048	- 3.648	- 3.680	-0.032	0.039	OK.
BMH8-MB06	15.669	- 35.544	-0.033	- 35.511	- 35.593	-0.082	0.048	
MB02-MB06	7.974	- 47.407	-0.027	- 47.380	- 47.438	-0.058	0.034	
MB03-MB06	1.407	- 35.148	-0.006	- 35.142	- 35.151	-0.009	0.014	OK.
MB06-MB04	0.787	+ 9.068	+0.022	+ 9.046	+ 9.087	+0.041	0.011	
MB06-MB07	1.757	- 3.108	+0.038	- 3.146	- 3.130	+0.016	0.016	OK.
MB04-MB05	2.436	+ 71.223	+0.038	+ 71.185	+ 71.135	-0.050	0.019	
MB03-MB04	1.597	- 26.080	+0.016	- 26.096	- 26.064	+0.032	0.015	
MB04-MB07	1.188	- 12.176	+0.016	- 12.192	- 12.217	-0.025	0.013	
MB07-MB05	1.258	+ 83.399	+0.022	+ 83.377	+ 83.352	-0.025	0.013	
MB07-MB08	2.941	+ 5.762	+0.055	+ 5.707	+ 5.702	-0.005	0.021	OK.
MB05-MB08	1.690	- 77.637	+0.033	- 77.670	- 77.650	+0.020	0.016	
MB06-MB09	11.015	- 16.421	+0.116	- 16.537	- 16.539	-0.002	0.040	OK.
MB08-MB09	6.986	- 19.075	+0.023	- 19.098	- 19.111	-0.013	0.032	OK.
MB09-ONGD	7.981	+154.804	+0.067	+154.737	+154.776	+0.039	0.034	
MB09-BMN4	7.959	+ 22.634	+0.080	+ 22.554	+ 22.956	+0.042	0.034	
BMN4-ONGD	0.479	+132.170	-0.013	+132.183	+132.180	-0.003	0.008	OK.
NYP2-MB11	8.909	+619.104	+0.185	+618.919	+618.732	-0.187	0.036	
NYP2-DSLK	8.977	+615.483	+0.187	+615.296	+615.097	-0.199	0.036	
MB06-MB11	15.433	+534.633	-0.272	+534.905	+535.146	+0.241	0.047	

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

MB09-MB11	13.192	+551.054	-0.388	+551.442	+551.685	+0.243	0.044	
DSLK-MB06	15.370	-531.012	+0.270	-531.282	-531.511	-0.229	0.047	
DSLK-MB09	13.119	-547.433	+0.386	-547.819	-548.050	-0.231	0.043	
DSLK-MB11	0.074	+ 3.621	-0.002	+ 3.623	+ 3.635	+0.012	0.003	
NYP1-MB06	23.185	- 52.828	-0.076	- 52.752	- 52.840	-0.088	0.058	
1132-1136	19.549	-865.913	-0.496	-865.417	-864.915	+0.502	0.053	
1133-1136	14.890	-909.960	-0.378	-909.582	-909.238	+0.344	0.046	
						MEAN	+0.012	
						SD.	0.169	

ผลจากการเปรียบเทียบค่าต่างระดับตามข้อ 6.3.1 และ 6.3.2 แสดงให้เห็นว่าการหาค่าระดับความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่งจากการรังวัดดาวเทียมโดยการประมวลผลด้วยโปรแกรม TRIMNET จะให้ค่าใกล้เคียงกับจากการเดินระดับมากกว่า การหาค่าระดับความสูงจากการรังวัดดาวเทียม โดยหาค่า N จากโปรแกรม GEOID91A ซึ่งค่า N ที่ได้ยังไม่ละเอียดพอ

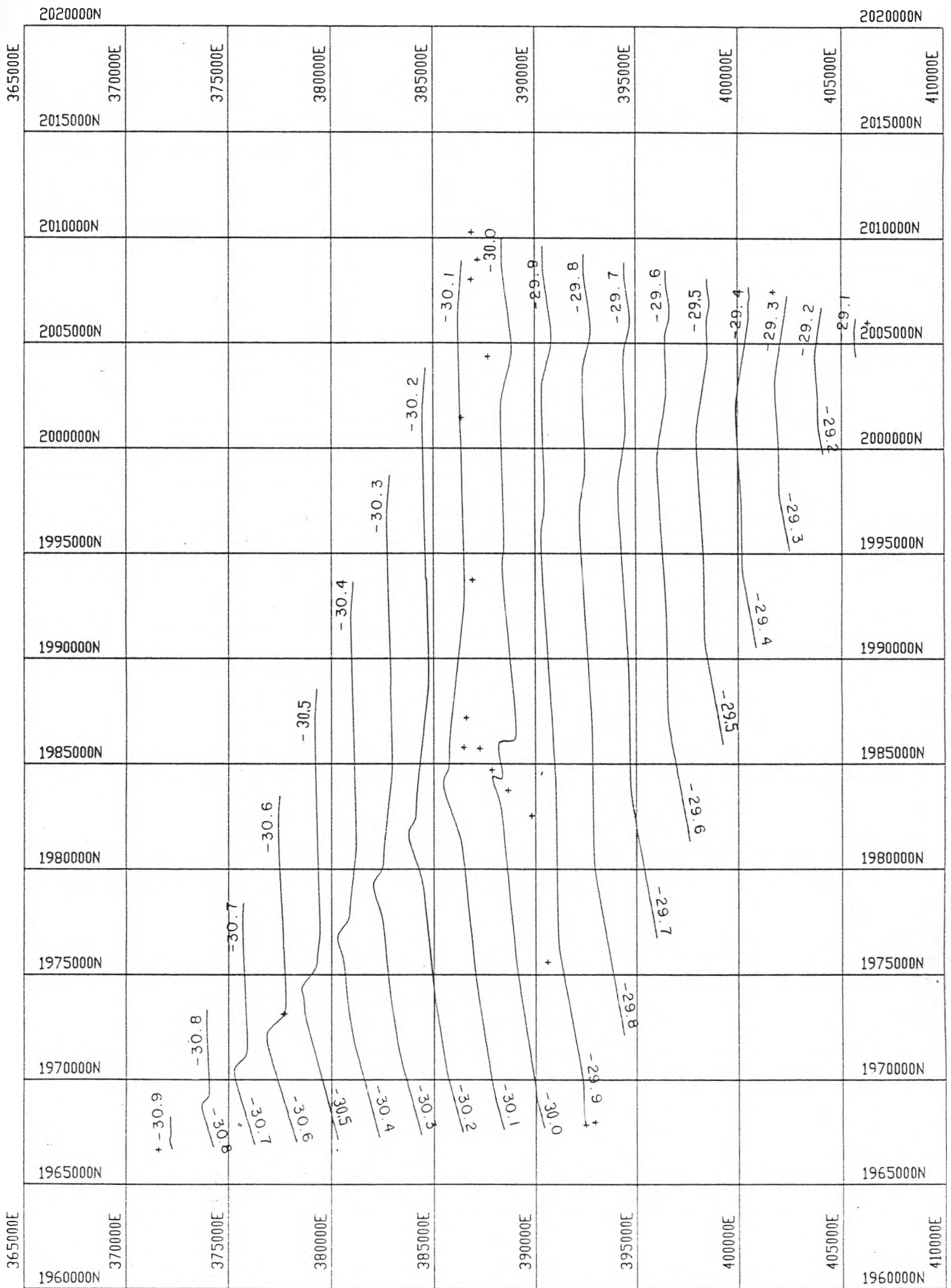
6.4 วิเคราะห์ความลาดชันของยี่ออย

จากข้อมูลการรังวัดดาวเทียมเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ ข้อมูลการเดินระดับ ทำให้สามารถหาความลาดชันของยี่ออยได้ ซึ่งโดยปรกติการหาความลาดชันของยี่ออยเป็นเรื่องยุ่งยากพอสมควร ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้คำนวณหาค่า N เพื่อใช้ศึกษาความลาดชันของยี่ออยได้ แต่ความละเอียดของค่า N ที่ได้ยังไม่ละเอียดพอ ความลาดชันของยี่ออยถ้ามีมากทำให้ค่า N มีค่าแตกต่างกันมากด้วย ทำให้การหาความสูงออร์โธเมตริก หรือ ค่าระดับความสูงเหนือยี่ออย มีค่าผิดพลาดได้มาก เมื่อมีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักไม่เพียงพอ ดังค่าเปรียบเทียบที่ใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด และ ห้าหมุด ตามตารางที่ 5.3 และ 5.5 เมื่อใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักเพียงหมุดเดียว จะทำให้มีค่าคลาดเคลื่อนมากเนื่องจากผลความลาดชันของยี่ออย การหาความลาดชันแบ่งออกเป็น

6.4.1 หาความลาดชันของยี่ออย จากข้อมูลการรังวัดดาวเทียมโดยใช้ การประมวลผลโครงข่ายที่ไม่มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ผลลัพธ์ตามตารางที่ 5.2 ค่าระดับที่ได้จะเป็นค่าระดับเหนือทรงรี (h) เมื่อเรามีค่าระดับจากการเดินระดับ ซึ่งเสมือนค่าระดับความสูงเหนือยี่ออย (H) จากสมการที่ 2.39 $h = H + N$ เราสามารถหาค่า GEOID UNDULATION (N) ได้ ผลของค่า GEOID UNDULATION ตามหมุดหลักฐานต่างๆ แสดงไว้ตามตารางที่ 6.4 และ ความลาดชันของยี่ออยตามรูปที่ 6.1

ตารางที่ 6.4 GEOID UNDULATION ที่ได้จากการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส

STA	N	E	UNDULATION (M.)
0776	2010264.006	386914.707	-30.073
ONGD	1967836.283	392506.895	-29.900
1132	2005989.737	406295.029	-29.065
1133	2007448.956	401724.607	-29.341
1136	2008013.714	386877.720	-30.063
BMH8	2001452.781	386412.142	-30.095
BMN4	1967977.188	392945.201	-29.890
DSLK	1973145.560	377754.113	-30.545
MB01	2004355.730	387704.421	-30.061
MB02	1993746.680	386923.774	-30.077
MB03	1987188.341	386602.046	-30.049
MB04	1985732.771	387258.167	-30.065
MB05	1983743.350	388662.092	-29.977
MB06	1985787.578	386473.207	-30.046
MB07	1984708.047	387859.306	-30.024
MB08	1982527.622	389832.131	-29.964
MB09	1975589.292	390628.414	-29.928
MB11	1973117.244	377685.282	-30.599
NYP1	2008954.514	387215.360	-30.058
NYP2	1966647.590	371594.298	-30.931

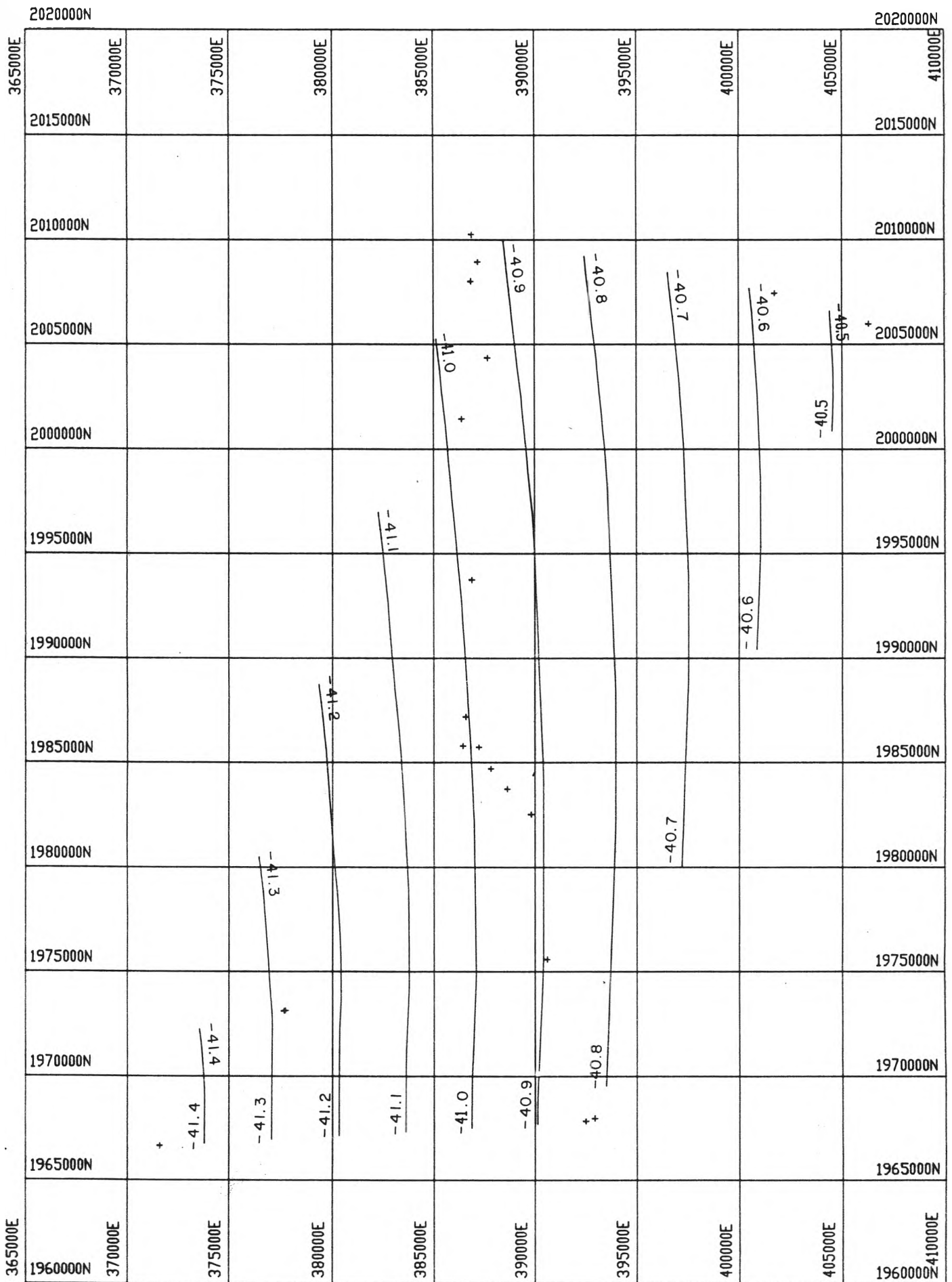


รูป 6.1 ความลาดชันของย่อย ที่ได้จากกรวางวัดดาวเทียม

6.4.2 หาค่าความลาดชันของยี่ออยโดยใช้โปรแกรม GEOID91A ซึ่งโปรแกรมนี้จะให้ค่า GEOID UNDULATION ตามหมุดหลักฐานต่างๆ ดังแสดงตามตารางที่ 6.5 และ ความลาดชันของยี่ออยตามรูปที่ 6.2

ตารางที่ 6.5 GEOID UNDULATION ที่หาได้จาก โปรแกรม GEOID91A

STA	N	E	UNDULATION (M.)
0776	2010264.006	386914.707	-40.939
0NGD	1967836.283	392506.895	-40.828
1132	2005989.737	406295.029	-40.451
1133	2007448.956	401724.607	-40.569
1136	2008013.714	386877.720	-40.947
BMH8	2001452.781	386412.142	-40.978
BMN4	1967977.188	392945.201	-40.815
DSLK	1973145.560	377754.113	-41.281
MB01	2004355.730	387704.421	-40.936
MB02	1993746.680	386923.774	-40.984
MB03	1987188.341	386602.046	-41.005
MB04	1985732.771	387258.167	-40.989
MB05	1983743.350	388662.092	-40.951
MB06	1985787.578	386473.207	-41.011
MB07	1984708.047	387859.306	-40.973
MB08	1982527.622	389832.131	-40.918
MB09	1975589.292	390628.414	-40.895
MB11	1973117.244	377685.282	-41.283
NYP1	2008954.514	387215.360	-40.935
NYP2	1966647.590	371594.298	-41.468



รูป 6.2 ความลาดชันของยอดเขา ที่ได้จากโปรแกรม GEIOD91A

ความลาดชันของยี่ออยที่หาได้จากการรังวัดดาวเทียม และจากโปรแกรม GEOID91A จะเห็นได้ว่ามีความลาดชันไปในทิศทางใกล้เคียงกัน คือลาดชันไปตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ทำให้มุมหลักฐานที่ห่างไกลกับมุมควบคุมทางดิ่งหลัก ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าในแนวทิศเหนือ-ใต้ ดังผลลัพธ์ตามตารางที่ 5.3 ซึ่งมีมุมควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งตัว ความลาดชันของยี่ออยมีผลต่อการหาค่าระดับความสูงออร์โทเมตริก โดยการรังวัดดาวเทียมเป็นอย่างมาก เมื่อมุมควบคุมทางดิ่งหลักไม่เพียงพอ จากความลาดชันตามรูป 6.1 และ 6.2 แสดงว่าสมควรมีมุมควบคุมทางดิ่งหลักกระจายตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกให้มาก เพื่อทอนค่าระดับจากการรังวัดดาวเทียม ที่อยู่นอกรังวัดให้ลงสู่ค่าระดับเหนือยี่ออย ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

6.5 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลา

โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น

6.5.1 เป็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่ลดลงเมื่อใช้การรังวัดดาวเทียมจีพีเอส สำหรับมุมควบคุมทางดิ่ง เปรียบเทียบกับวิธีการเดินระดับ เมื่อมีมุมควบคุมทางดิ่งหลักอยู่แล้ว โดยไม่คิดค่าเครื่องมือเครื่องใช้และ ค่าเสื่อมราคา

ค่าใช้จ่ายจากการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส ทีมสำรวจ 1 ชุด ประกอบด้วย

- ช่างสำรวจ 3 คน
- พนักงานขับรถ 2 คน (ใช้รถ 2 คัน)
- คนงาน 3 คน

ปฏิบัติงานรังวัดดาวเทียม 20 มุมหลักฐาน จำนวน 35 เส้นฐาน รวมระยะทางเส้นฐาน 272 กม. ใช้เวลาปฏิบัติงานทั้งสิ้น 15 วัน ค่าใช้จ่ายแยกเป็น

- ค่าเบี้ยเลี้ยงค่าที่พัก 5 คน (ช่างและพชร.)	30,000	บาท
- เงินเดือนช่างสำรวจ 3 คน (คิด 15 วัน)	12,000	บาท
- เงินเดือน พชร. 2 คน (คิด 15 วัน)	6,000	บาท
- ค่าแรงคนงาน 3 คน	5,625	บาท
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	6,375	บาท
รวม	<u>60,000</u>	บาท

ค่าใช้จ่ายนี้คิดตามพื้นที่ทำการวิจัย และ ตามโครงข่ายที่ออกแบบ ถ้าพื้นที่และโครงข่ายเปลี่ยนแปลงไป ค่าใช้จ่ายก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ค่าใช้จ่ายจากการเดินระดับ ทีมสำรวจ 1 ชุด ประกอบด้วย

- ช่างสำรวจ 2 คน
- พนักงานขับรถ 1 คน

- คนงาน 2 คน

ปฏิบัติงานเดินระดับ 20 หมุดหลักฐาน ระยะทางประมาณ 160 กม. ใช้เวลาปฏิบัติงานทั้งสิ้น 60 วัน ค่าใช้จ่ายแยกเป็น

- ค่าเบี้ยเลี้ยงค่าที่พัก 3 คน (ช่างและพชร.)	72,000	บาท
- เงินเดือนช่างสำรวจ 2 คน	32,000	บาท
- เงินเดือนพชร. 1 คน	12,000	บาท
- ค่าแรงคนงาน 2 คน	15,000	บาท
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	<u>9,000</u>	บาท
รวม	<u>140,000</u>	บาท

สำหรับการเดินระดับนี้ เราจะได้ค่าระดับทุกๆ 1 กม. ด้วย เนื่องจากการเดินระดับเราจะทำ BM. ทิ้งไว้ทุกๆ 1 กม. เพื่อไว้ตรวจสอบ และ ใช้งานต่อไป

6.5.2 เป็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่ลดลงเมื่อใช้การรังวัดดาวเทียมจีพีเอส สำหรับหมุดควบคุมทางดิ่ง เปรียบเทียบกับวิธีการเดินระดับ เมื่อมีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักอยู่แล้ว โดยคิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือเครื่องใช้ ตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ค่าเสื่อมราคา ตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จะคิดปีละ 10 เปอร์เซ็นต์ จากราคาที่ได้มาทุกปีจนครบ 10 ปี จึงหมดราคาของเครื่องมืออื่นๆ

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสที่ใช้ในการวิจัย ราคาขณะที่ได้มาเท่ากับ 3,785,100 บาท
 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 0.5 เดือน ค่าเสื่อมราคา = $3,785,100 \times 0.1 / 12 \times 0.5$ บาท
 ค่าเสื่อมราคา = 15,771.25 บาท
 ดังนั้นราคางานรวมค่าเสื่อมราคา = 60,000 + 15,771.25 บาท
 ∴ ราคางานรวมค่าเสื่อมราคา = 75,771.25 บาท

กล้องระดับที่ใช้ในการวิจัย ราคาขณะที่ได้มาเท่ากับ 62,500 บาท
 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2 เดือน ค่าเสื่อมราคา = $62,500 \times 0.1 / 12 \times 2$ บาท
 ค่าเสื่อมราคา = 1,041.67 บาท
 ดังนั้นราคางานรวมค่าเสื่อมราคา = 140,000 + 1,041.67 บาท
 ∴ ราคางานรวมค่าเสื่อมราคา = 141,041.67 บาท

ส่วนด้านเวลาในการปฏิบัติงานในพื้นที่เท่าๆกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่าการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส จะประหยัดเวลาว่าการเดินระดับถึง 4 เท่า จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความรวดเร็ว

ที่เวลามีส่วนสำคัญมากำหนดงาน

ค่าใช้จ่ายสำหรับหมวดควบคุมทางดิ่ง ในพื้นที่ที่ทำการวิจัย และ จำนวนหมวดหลักฐานที่เท่ากัน จะเห็นได้ว่า การรังวัดดาวเทียมจะประหยัดกว่าประมาณ 2.3 เท่า เมื่อไม่คิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือ แต่เมื่อคิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือ ตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การรังวัดดาวเทียมจะประหยัดกว่าประมาณ 1.86 เท่า ส่วนด้านเวลาจะประหยัดกว่าประมาณ 4 เท่า ตัวเลขนี้อาจจะไม่เท่ากันในทุกพื้นที่และโครงข่ายที่ต่างกัน ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายและเวลาในการปฏิบัติงาน เช่น จำนวนหมวดหลักฐาน, ลักษณะพื้นที่ที่ทำการรังวัดดาวเทียม, ระยะทาง ระหว่างหมวดหลักฐาน, เส้นทางการเดินทาง ฯลฯ