บทที่ 4

การวิเคราะห์ผล

ด้วยการวิจัยมุ่งที่จะศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของค่าความสูงออร์โทเมตริก ในบทนี้จะเป็นการเสนอผลที่ได้รับภายหลังจากเสร็จสิ้นการประมวลผล และการวิเคราะห์ผลเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้ ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ผลของการเลือกใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก การวิเคราะห์ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองความสูงยีออย และค่าความสูงออร์โทเมตริก รวมถึงการวิเคราะห์เพื่อหาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความสูงยีออย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ผลของการเลือกใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก

ในการเลือกหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก หรือในที่นี้คือหมุดหลักฐานการระดับชั้นที่หนึ่งสำหรับใช้ในการประมวลผลเพื่อปรับแก้โครงข่าย สามารถจำแนกการวิเคราะห์ออกได้ดังนี้

4.1.1 กรณีปราศจากการใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก

การปรับแก้โครงข่ายในชั้นต้น หรือการปรับแก้แบบอิสระ จะเป็นเพียงการปรับแก้โดยใช้ข้อมูลของเส้นฐานจากการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอสเท่านั้น ดังนั้นจึงยังไม่พิจารณากำหนดค่าความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ผลลัพธ์ของค่าความสูงที่ได้จากการประมวลผล คือค่าความสูงเหนือรูปทรงรี โดยอ้างอิงกับพื้นหลักฐานพิภพ WGS84 ดังตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ หรือค่าจริงที่ใช้ในการอ้างอิง และค่าความสูงซึ่งได้จากการประมวลผล จะพบว่า ผลต่างของค่าความสูง จะมีขนาดใหญ่มาก ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ -22.148 เมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ -15.240 เมตร และค่าต่ำสุดเท่ากับ -25.729 เมตร ค่าผลต่างดังกล่าว อาจเรียกได้ว่าเป็นระยะห่างระหว่างพื้นผิวของรูปทรงรี กับพื้นผิวยีออย หรือความสูงยีออย นั่นเอง และเนื่องจากค่าผลต่างมีค่าเป็นลบทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวยีออย จะอยู่ต่ำกว่าพื้นผิวของรูปทรงรี

4.1.2 กรณีการใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก

ในการพิจารณาใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก สำหรับการประมวลผลเพื่อปรับแก้โครงข่ายนั้น จะสามารถกระทำโดยการกำหนดค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับของหมุดควบคุม

ทางดิ่งหลัก ให้มีค่าคงที่ (Fixed vertical control) แบ่งการพิจารณาออกได้ดังนี้

4.1.2.1 การกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด

การเลือกใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก เพื่อกำหนดค่าความสูงให้คงที่สำหรับการปรับแก้โครงข่าย จะพิจารณาเลือกหมุด GPS3153 ซึ่งเป็นหมุดหลักฐานการระดับชั้นที่หนึ่งของกรมแผนที่ทหาร และมีตำแหน่งอยู่กลางโครงข่าย ผลลัพธ์จากการประมวลผล แสดงได้ดังตารางที่ 4.2 จะพบว่า ผลต่างของการเปรียบเทียบระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับและค่าความสูงซึ่งได้จากการประมวลผล จะมีค่าลดลง ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.632 เมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ 8.448 เมตร และค่าต่ำสุดเท่ากับ -2.033 เมตร ค่าผลต่างดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความสูง จะเกิดมากในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ดังนั้นจำนวนของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักเพียงหนึ่งหมุด ยังไม่เพียงพอสำหรับใช้ในการประมวลผล

4.1.2.2 การกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่หมุด

หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 4 หมุด ซึ่งจะนำมาใช้เพื่อกำหนดค่าความสูงให้คงที่ สำหรับการปรับแก้โครงข่าย ได้แก่ หมุดหลักฐาน GPS3052 GPS3076 GPS3128 และGPS3143 หมุดทั้งสี่เป็นหมุดหลักฐานการระดับชั้นที่หนึ่ง ซึ่งกระจายอยู่ ณ มุมโดยรอบของโครงข่าย ผลลัพธ์จากการประมวลผล แสดงได้ดังตารางที่ 4.3 จะพบว่าผลต่างของการเปรียบเทียบระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และค่าความสูงซึ่งได้จากการประมวลผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.378 เมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ 2.905 เมตร ค่าต่ำสุดเท่ากับ -2.551 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.725 เมตร แสดงให้เห็นถึงจำนวนของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 4 หมุด มีผลทำให้พื้นผิวของรูปทรงรีเปลี่ยนไป และแนบสนิทกับพื้นผิวยีออยมากขึ้น

4.1.2.3 การกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักห้าหมุด

ภายหลังจากการปรับแก้โครงข่าย โดยการกำหนดค่าความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 4 หมุดให้คงที่ ดังในข้อ 4.1.2.2 ในขั้นตอนนี้จะทำการเพิ่มหมุดควบคุมทางดิ่งหลักอีก 1 หมุด คือ หมุด GPS3153 ซึ่งอยู่ในบริเวณกลางโครงข่าย เพื่อใช้สำหรับการปรับแก้โครงข่ายอีกครั้งหนึ่ง ผลลัพธ์จากการประมวลผล เมื่อกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก 5 หมุด แสดงได้ดังตารางที่ 4.4 จะพบว่าผลต่างของการเปรียบเทียบระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และค่าความสูงซึ่งได้จากการประมวลผล จะมีค่าสูงขึ้น ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.413 เมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ 2.906 เมตร ค่าต่ำสุดเท่ากับ -2.555 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.789 เมตร แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มจำนวนของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักมากขึ้นนี้ไม่ได้มีผลทำให้รูปทรงรีเปลี่ยนไปแนบสนิทกับยีออยดีขึ้นกว่าเดิม

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประมวลผล ในกรณีปราศจากการกำหนดหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก

Station	Height (m.)		Diff (m.)
	From Levelling	From Processing	
GPS3052	136.627	118.895	-17.731
GPS3076	164.143	143.808	-20.335
GPS3128	156.252	131.430	-24.822
GPS3137	162.536	137.336	-25.200
GPS3138	174.363	149.321	-25.042
GPS3143	174.179	148.883	-25.296
GPS3153	141.706	118.006	-23.701
GPS3038	183.043	161.811	-21.232
GPS3054	155.848	140.251	-15.597
GPS3060	128.997	113.756	-15.240
GPS3069	173.477	155.327	-18.150
GPS3070	150.405	130.704	-19.701
GPS3071	153.014	132.976	-20.038
GPS3086	166.928	143.832	-23.096
GPS3088	172.699	148.559	-24.139
GPS3091	175.459	150.715	-24.744
GPS3093	169.417	143.956	-25.460
GPS3157	202.168	176.439	-25.729
GPS3158	176.954	151.392	-25.563
Min.			-25.729
Max.			-15.240
Mean			-22.148
S.D.			3.535

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประมวลผล เมื่อกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด

Station	Height (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	142.589	5.963	
GPS3076	164.143	167.503	3.359	
GPS3128	156.252	155.127	-1.125	
GPS3137	162.536	161.034	-1.501	
GPS3138	174.363	173.019	-1.345	
GPS3143	174.179	172.577	-1.602	
GPS3153	141.706	141.706	-	Fixed
GPS3038	183.043	185.506	2.463	
GPS3054	155.848	163.940	8.093	
GPS3060	128.997	137.444	8.448	
GPS3069	173.477	179.019	5.541	
GPS3070	150.405	154.400	3.994	
GPS3071	153.014	156.672	3.657	
GPS3086	166.928	167.524	0.596	
GPS3088	172.699	172.251	-0.448	
GPS3091	175.459	174.406	-1.053	
GPS3093	169.417	167.648	-1.768	
GPS3157	202.168	200.135	-2.033	
GPS3158	176.954	175.088	-1.866	
Min.			-2.033	
Max.			8.448	
Mean			1.632	
S.D.			3.615	

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประมวลผล เมื่อกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่หมุด

Station	Height (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	**136.627**	-	Fixed
GPS3076	164.143	**164.143**	-	Fixed
GPS3128	156.252	**156.252**	-	Fixed
GPS3137	162.536	161.138	-1.398	
GPS3138	174.363	173.067	-1.296	
GPS3143	174.179	**174.179**	-	Fixed
GPS3153	141.706	141.750	0.043	
GPS3038	183.043	184.687	1.644	
GPS3054	155.848	158.302	2.454	
GPS3060	128.997	131.902	2.905	
GPS3069	173.477	174.894	1.417	
GPS3070	150.405	150.309	-0.097	
GPS3071	153.014	152.672	-0.342	
GPS3086	166.928	165.254	-1.675	
GPS3088	172.699	170.148	-2.551	
GPS3091	175.459	173.545	-1.914	
GPS3093	169.417	167.813	-1.604	
GPS3157	202.168	200.418	-1.750	
GPS3158	176.954	175.445	-1.510	
Min.			-2.551	
Max.			2.905	
Mean			-0.378	
S.D.			1.725	

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประมวลผล เมื่อกำหนดให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักห้าหมุด

Station	Height (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	**136.627**	-	Fixed
GPS3076	164.143	**164.143**	-	Fixed
GPS3128	156.252	**156.252**	-	Fixed
GPS3137	162.536	161.124	-1.412	
GPS3138	174.363	173.052	-1.311	
GPS3143	174.179	**174.179**	-	Fixed
GPS3153	141.706	**141.706**	-	Fixed
GPS3038	183.043	184.680	1.637	
GPS3054	155.848	158.302	2.454	
GPS3060	128.997	131.902	2.906	
GPS3069	173.477	174.894	1.417	
GPS3070	150.405	150.309	-0.097	
GPS3071	153.014	152.672	-0.342	
GPS3086	166.928	165.249	-1.679	
GPS3088	172.699	170.143	-2.555	
GPS3091	175.459	173.542	-1.916	
GPS3093	169.417	167.811	-1.605	
GPS3157	202.168	200.405	-1.762	
GPS3158	176.954	175.433	-1.521	
Min.			-2.555	
Max.			2.906	
Mean			-0.413	
S.D.			1.789	

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ และค่าความสูงซึ่งได้จากการประมวลผล ในกรณีของการเลือกใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก

Station	$H_{Levelling}$ (m.)	Height Diff. (m.)			
		Free Adjust	Fix-1	Fix-4	Fix-5
GPS3052	136.627	-17.731	5.963	-	-
GPS3076	164.143	-20.335	3.359	-	-
GPS3128	156.252	-24.822	-1.125	-	-
GPS3137	162.536	-25.200	-1.501	-1.398	-1.412
GPS3138	174.363	-25.042	-1.345	-1.296	-1.311
GPS3143	174.179	-25.296	-1.602	-	-
GPS3153	141.706	-23.701	-	0.043	-
GPS3038	183.043	-21.232	2.463	1.644	1.637
GPS3054	155.848	-15.597	8.093	2.454	2.454
GPS3060	128.997	-15.240	8.448	2.905	2.906
GPS3069	173.477	-18.150	5.541	1.417	1.417
GPS3070	150.405	-19.701	3.994	-0.097	-0.097
GPS3071	153.014	-20.038	3.657	-0.342	-0.342
GPS3086	166.928	-23.096	0.596	-1.675	-1.679
GPS3088	172.699	-24.139	-0.448	-2.551	-2.555
GPS3091	175.459	-24.744	-1.053	-1.914	-1.916
GPS3093	169.417	-25.460	-1.768	-1.604	-1.605
GPS3157	202.168	-25.729	-2.033	-1.750	-1.762
GPS3158	176.954	-25.563	-1.866	-1.510	-1.521
Min.		-25.729	-2.033	-2.551	-2.555
Max.		-15.240	8.448	2.905	2.906
Mean		-22.148	1.632	-0.378	-0.413
S.D.		3.535	3.615	1.725	1.789

ตารางที่ 4.5 เป็นการสรุปเพื่อเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับและจากการประมวลผล ในกรณีของการเลือกใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก จะพบว่าค่าความสูงที่ได้จากการประมวลผล โดยปราศจากการใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ซึ่งก็คือค่าความสูงเหนือรูปทรงรี จะมีค่าแตกต่างกับค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับ โดยเฉลี่ยประมาณ 22 เมตร ค่าผลต่างดังกล่าวนี้ อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าความสูงยีออย ซึ่งคำนวณได้โดยตรง จากความสัมพันธ์ของค่าความสูงดังสมการ $N = h - H$

ในการกำหนดค่าความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่ เปรียบเสมือนเป็นการให้พื้นผิวของรูปทรงรี WGS84 และพื้นผิวยีออย แนบสนิทกัน ณ จุดนั้น ดังตารางที่ 4.2 ถึง 4.4 แสดงให้เห็นถึงการเลือกใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักในการประมวลผล จะพบว่า การกำหนดค่าความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่ เป็นจำนวน 4 หมุด จะให้ผลที่ดีที่สุด (Optimum) ดังนั้นในการประมวลผลเพื่อปรับแก้โครงข่ายในพื้นที่ที่ทำการวิจัยนี้ จึงควรใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักอย่างเพียงพอและเหมาะสม ดังในข้อ 4.1.2.2

4.2 การวิเคราะห์ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย

ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย ในการปรับแก้โครงข่าย เพื่อหาค่าความสูงออร์โทเมตริก สามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้ดังนี้

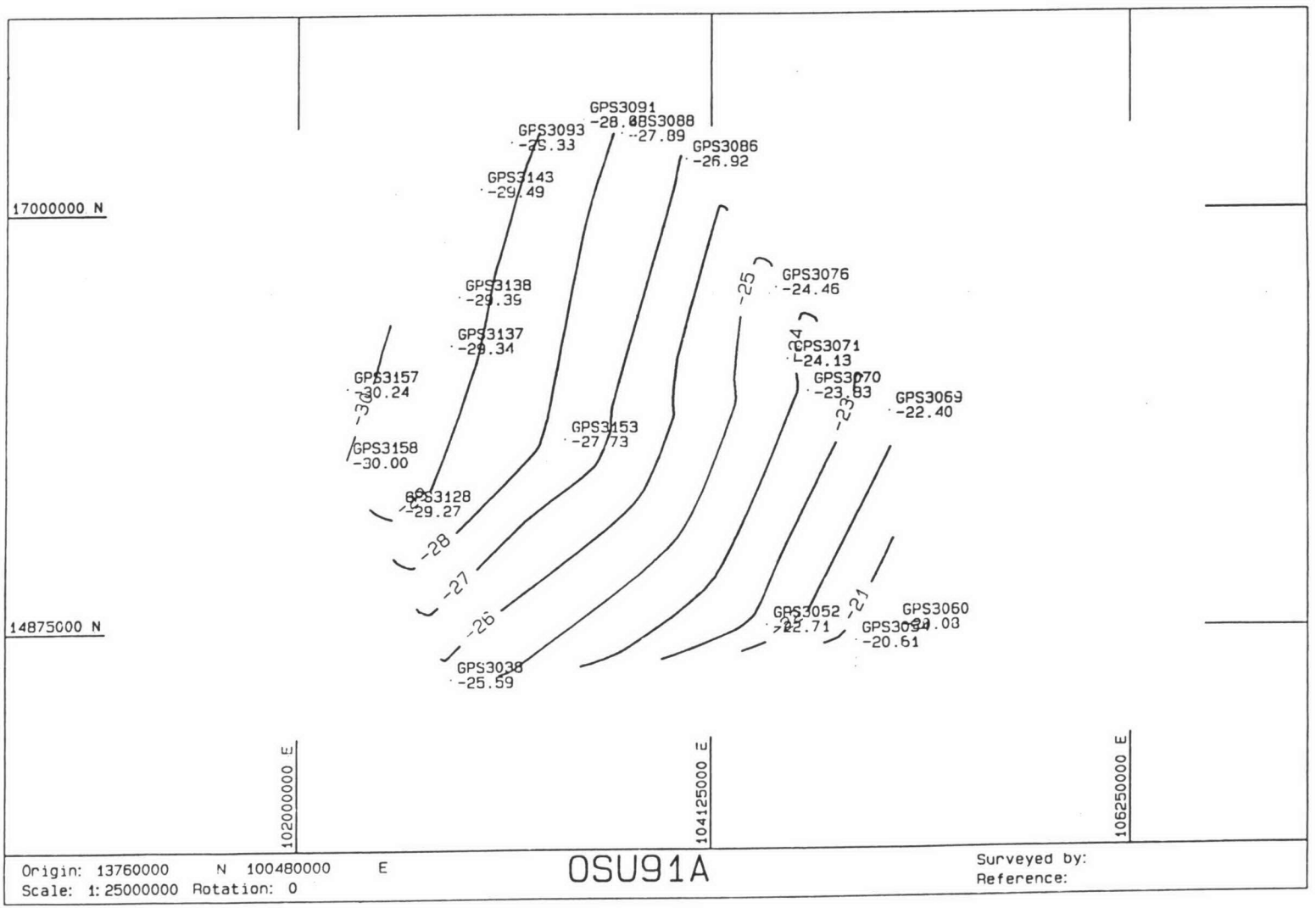
4.2.1 การเปรียบเทียบค่าความสูงยีออย

ค่าความสูงยีออย ซึ่งได้จากการประยุกต์ใช้แฟ้มข้อมูลความสูงยีออยในรูปแบบของ GeoLab (.GEO) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของหมุดหลักฐานการระดับ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย 3 แบบ ได้แก่ แบบแรกคือ แบบจำลองความสูงยีออย OSU91A เป็นแบบจำลองภูมิศักยภาพของพิภพ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่มีระดับขั้นสูงถึง 360 จัดทำโดยมหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอไฮโอ แบบที่สองคือ แบบจำลองความสูงยีออยของพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 (หรือ RTSD) เป็นแบบจำลองซึ่งสร้างขึ้นจากการใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสูง (สมการที่ 2.1) แล้วทำการประมาณค่าในช่วงเพื่อสร้างเส้นชั้นความสูงยีออย จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร ประเทศไทย และแบบสุดท้ายคือ แบบจำลองความสูงยีออย EGM96 ซึ่งเป็นแบบจำลองภูมิศักยภาพของพิภพ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่มีระดับขั้นสูงถึง 360 จัดทำโดยโครงการความร่วมมือระหว่าง NIMA องค์การนาซา และมหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอไฮโอ

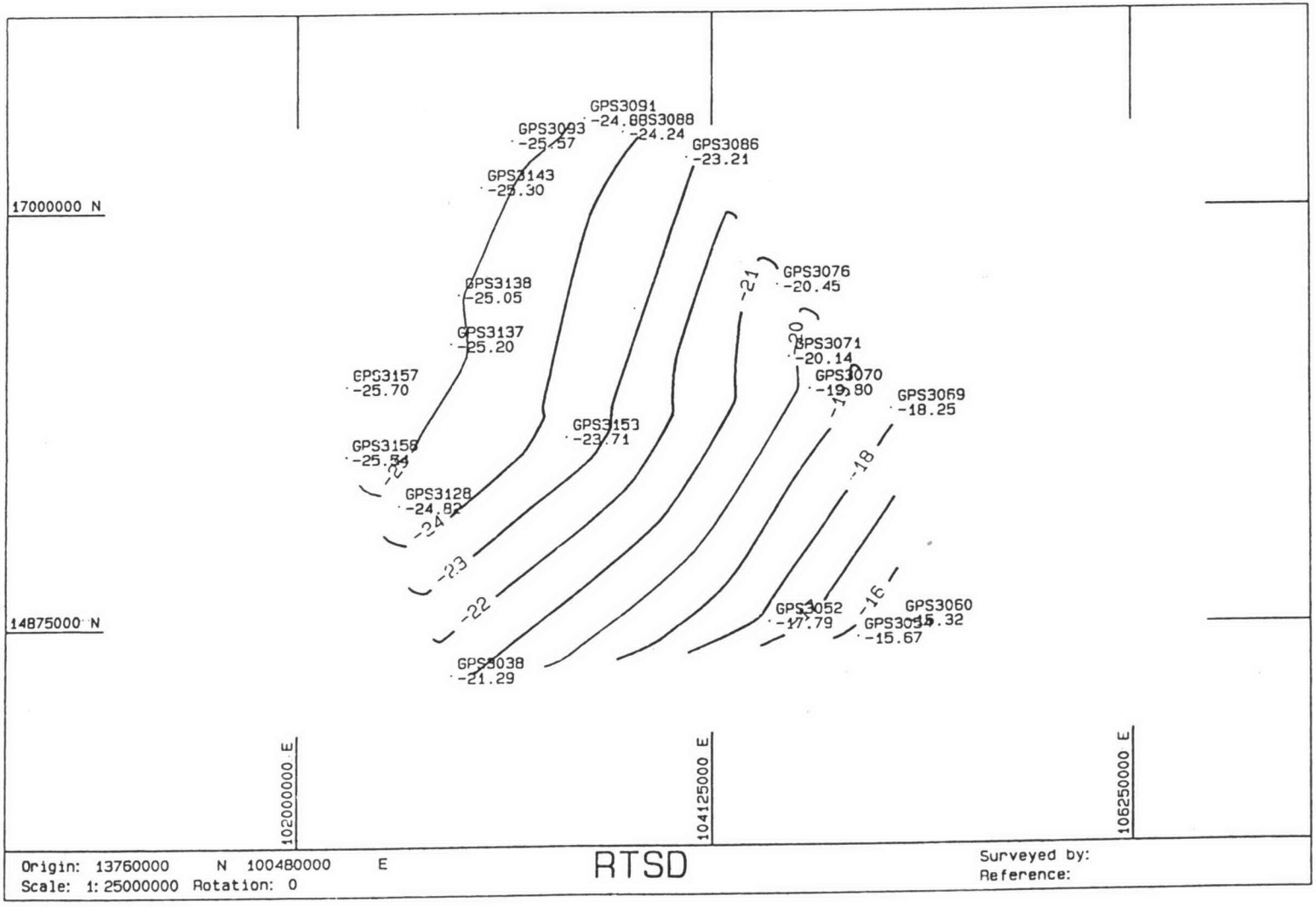
ในการเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของหมุดหลักฐานการระดับ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทั้งสามแบบดังกล่าว พบว่าค่าความสูงยีออยมีค่าสูงสุดที่หมุด GPS3060 และค่าต่ำสุด จะเกิดขึ้นที่หมุด GPS3157 พิจารณาภาพที่ 4.1 ถึง 4.3 จะแสดงให้เห็นถึงเส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออยทั้งสามแบบ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของหมุดหลักฐานการระดับ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย

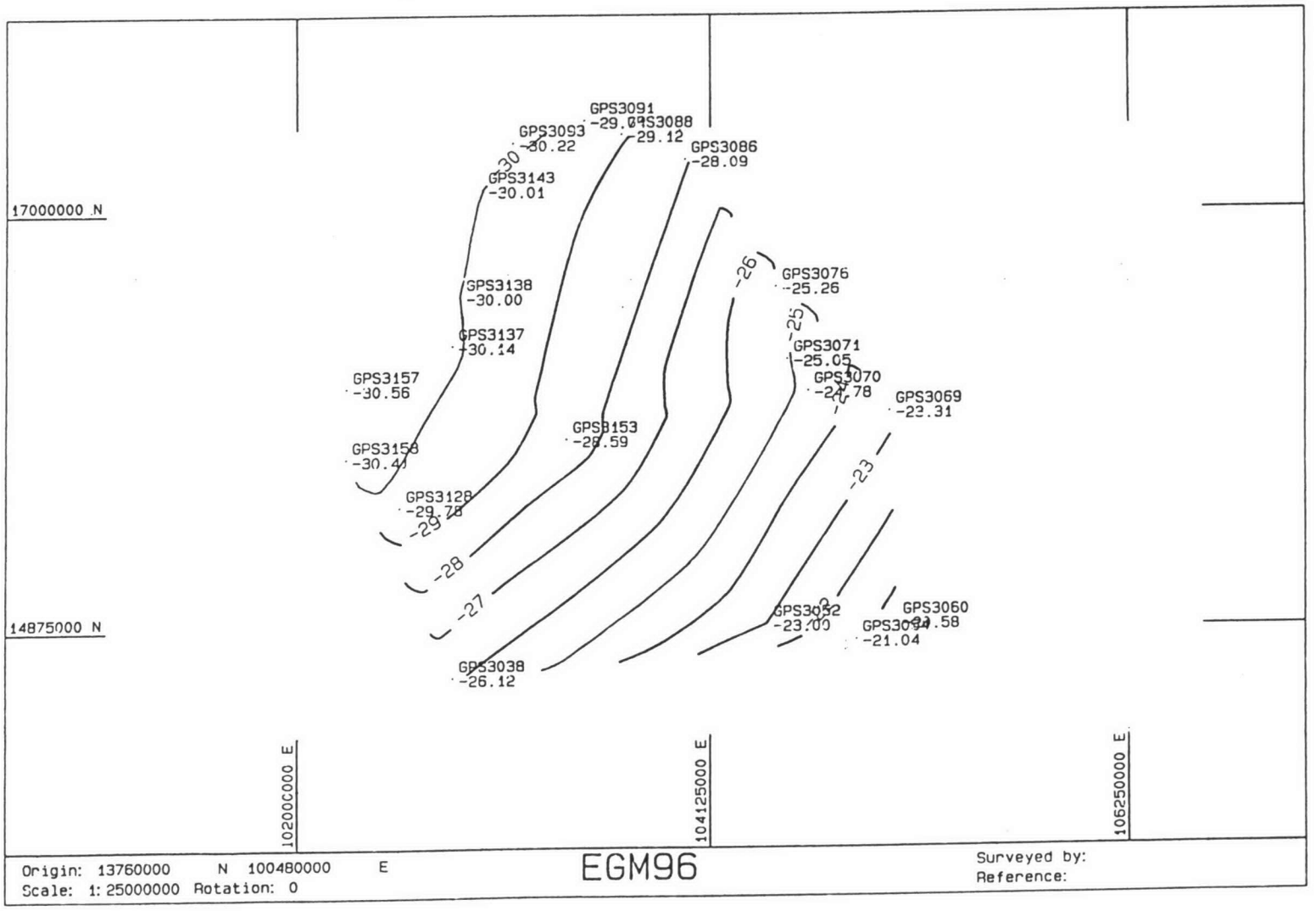
Station	Latitude (N)			Longitude (E)			Geoid Undulation (m.)		
	°	′	″	°	′	″	OSU91A	RTSD	EGM96
GPS3052	14	54	04.076	104	24	57.343	-22.708	-17.789	-22.998
GPS3076	16	36	59.621	104	27	29.796	-24.457	-20.452	-25.262
GPS3128	15	30	02.611	102	31	40.884	-29.275	-24.819	-29.778
GPS3137	16	19	21.072	102	47	42.949	-29.344	-25.200	-30.139
GPS3138	16	34	23.030	102	50	02.260	-29.392	-25.055	-29.998
GPS3143	17	07	18.552	102	56	53.202	-29.495	-25.303	-30.008
GPS3153	15	50	45.148	103	22	50.748	-27.731	-23.706	-28.585
GPS3038	14	38	01.928	102	47	45.261	-25.592	-21.291	-26.121
GPS3054	14	49	6.534	104	51	54.758	-20.614	-15.670	-21.036
GPS3060	14	54	24.285	105	04	08.596	-20.085	-15.317	-20.578
GPS3069	15	58	46.202	105	02	03.534	-22.401	-18.246	-23.313
GPS3070	16	05	12.131	104	37	18.905	-23.828	-19.795	-24.783
GPS3071	16	14	56.280	104	31	04.698	-24.134	-20.136	-25.054
GPS3086	17	16	18.942	103	59	48.308	-26.915	-23.211	-28.093
GPS3088	17	24	08.587	103	39	59.735	-27.890	-24.244	-29.117
GPS3091	17	28	21.698	103	28	12.131	-28.481	-24.861	-29.742
GPS3093	17	21	31.565	103	06	17.670	-29.326	-25.573	-30.221
GPS3157	16	06	32.167	102	15	29.423	-30.238	-25.698	-30.560
GPS3158	15	45	01.618	102	15	19.164	-29.997	-25.538	-30.407



ภาพที่ 4.1 เส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออย OSU91A



ภาพที่ 4.2 เส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออย RTSD



ภาพที่ 4.3 เส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออย EGM96

4.2.2 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริก

ค่าความสูงออร์โทเมตริก เป็นผลจากการประมวลผลโครงข่าย (GPS-derived orthometric height) โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย ซึ่งอ้างอิงกับพื้นหลักฐานพิภพ WGS84 ดังได้กล่าวไว้ในข้อ 4.2.1 ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้มีค่าคงที่จำนวน 4 หมุด ดังในข้อ 4.1.2.2 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ แบ่งการพิจารณาออกได้ดังนี้

4.2.2.1 ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย OSU91A ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ให้มีค่าคงที่จำนวนสี่หมุด

ผลลัพธ์จากการประมวลผล ดังแสดงในตารางที่ 4.7 คือค่าความสูงออร์โทเมตริก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ จะพบว่าผลต่างของค่าความสูง มีค่าโดยเฉลี่ย -0.178 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.204 เมตร

4.2.2.2 ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย RTSD ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ให้มีค่าคงที่จำนวนสี่หมุด

ค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผล ดังแสดงในตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ จะพบว่าผลต่างของค่าความสูง มีค่าโดยเฉลี่ย 0.005 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.034 เมตร

4.2.2.3 ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย EGM96 ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ให้มีค่าคงที่จำนวนสี่หมุด

ค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการประมวลผล ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ จะพบว่าผลต่างของค่าความสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.030 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.103 เมตร

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย OSU91A ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่หมุด

Station	Orthometric Height, H (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	**136.627**	-	Fixed
GPS3076	164.143	**164.143**	-	Fixed
GPS3128	156.252	**156.252**	-	Fixed
GPS3137	162.536	162.311	-0.225	
GPS3138	174.363	174.352	-0.011	
GPS3143	174.179	**174.179**	-	Fixed
GPS3153	141.706	141.334	-0.372	
GPS3038	183.043	182.894	-0.149	
GPS3054	155.848	156.006	0.159	
GPS3060	128.997	129.014	0.018	
GPS3069	173.477	173.355	-0.122	
GPS3070	150.405	150.170	-0.236	
GPS3071	153.014	152.777	-0.237	
GPS3086	166.928	166.545	-0.383	
GPS3088	172.699	172.247	-0.452	
GPS3091	175.459	174.995	-0.464	
GPS3093	169.417	169.081	-0.336	
GPS3157	202.168	202.281	0.113	
GPS3158	176.954	176.987	0.033	
Min.			-0.464	
Max.			0.159	
Mean			-0.178	
S.D.			0.204	

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย RTSD ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่หมุด

Station	Orthometric Height, H (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	**136.627**	-	Fixed
GPS3076	164.143	**164.143**	-	Fixed
GPS3128	156.252	**156.252**	-	Fixed
GPS3137	162.536	162.512	-0.023	
GPS3138	174.363	174.351	-0.013	
GPS3143	174.179	**174.179**	-	Fixed
GPS3153	141.706	141.690	-0.016	
GPS3038	183.043	183.078	-0.035	
GPS3054	155.848	155.854	0.006	
GPS3060	128.997	129.005	0.008	
GPS3069	173.477	173.474	-0.003	
GPS3070	150.405	150.399	-0.006	
GPS3071	153.014	153.010	-0.005	
GPS3086	166.928	166.956	0.028	
GPS3088	172.699	172.720	0.021	
GPS3091	175.459	175.518	0.059	
GPS3093	169.417	169.492	0.076	
GPS3157	202.168	202.119	-0.049	
GPS3158	176.954	176.914	-0.040	
Min.			-0.049	
Max.			0.076	
Mean			0.005	
S.D.			0.034	

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ และ จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย EGM96 ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่หมุด

Station	Orthometric Height, H (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	**136.627**	-	Fixed
GPS3076	164.143	**164.143**	-	Fixed
GPS3128	156.252	**156.252**	-	Fixed
GPS3137	162.536	162.547	0.011	
GPS3138	174.363	174.396	0.033	
GPS3143	174.179	**174.179**	-	Fixed
GPS3153	141.706	141.637	-0.069	
GPS3038	183.043	182.924	-0.119	
GPS3054	155.848	156.067	0.219	
GPS3060	128.997	129.127	0.130	
GPS3069	173.477	173.614	0.137	
GPS3070	150.405	150.465	0.060	
GPS3071	153.014	153.020	0.006	
GPS3086	166.928	167.000	0.072	
GPS3088	172.699	172.760	0.061	
GPS3091	175.459	175.609	0.150	
GPS3093	169.417	169.386	-0.031	
GPS3157	202.168	202.057	-0.111	
GPS3158	176.954	176.856	-0.098	
Min.			-0.111	
Max.			0.219	
Mean			0.030	
S.D.			0.103	

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก ในกรณีประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย

Station	$H_{levelling}$ (m.)	Orthometric Height Diff., H_{GPS} - $H_{levelling}$ (m.)		
		Fix-4 and Apply OSU91A	Fix-4 and Apply RTSD	Fix-4 and Apply EGM96
GPS3052	136.627	-	-	-
GPS3076	164.143	-	-	-
GPS3128	156.252	-	-	-
GPS3137	162.536	-0.225	-0.023	0.011
GPS3138	174.363	-0.011	-0.013	0.033
GPS3143	174.179	-	-	-
GPS3153	141.706	-0.372	-0.016	-0.069
GPS3038	183.043	-0.149	-0.035	-0.119
GPS3054	155.848	0.159	0.006	0.219
GPS3060	128.997	0.018	0.008	0.130
GPS3069	173.477	-0.122	-0.003	0.137
GPS3070	150.405	-0.236	-0.006	0.060
GPS3071	153.014	-0.237	-0.005	0.006
GPS3086	166.928	-0.383	0.028	0.072
GPS3088	172.699	-0.452	0.021	0.061
GPS3091	175.459	-0.464	0.059	0.150
GPS3093	169.417	-0.336	0.076	-0.031
GPS3157	202.168	0.113	-0.049	-0.111
GPS3158	176.954	0.033	-0.040	-0.098
Min.		-0.464	-0.049	-0.111
Max.		0.159	0.076	0.219
Mean		-0.178	0.005	0.030
S.D.		0.204	0.034	0.103

4.3 การวิเคราะห์ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ (Improved model) ในการประมวลผลเพื่อหาค่าความสูงออร์โทเมตริก แบ่งออกได้ดังนี้

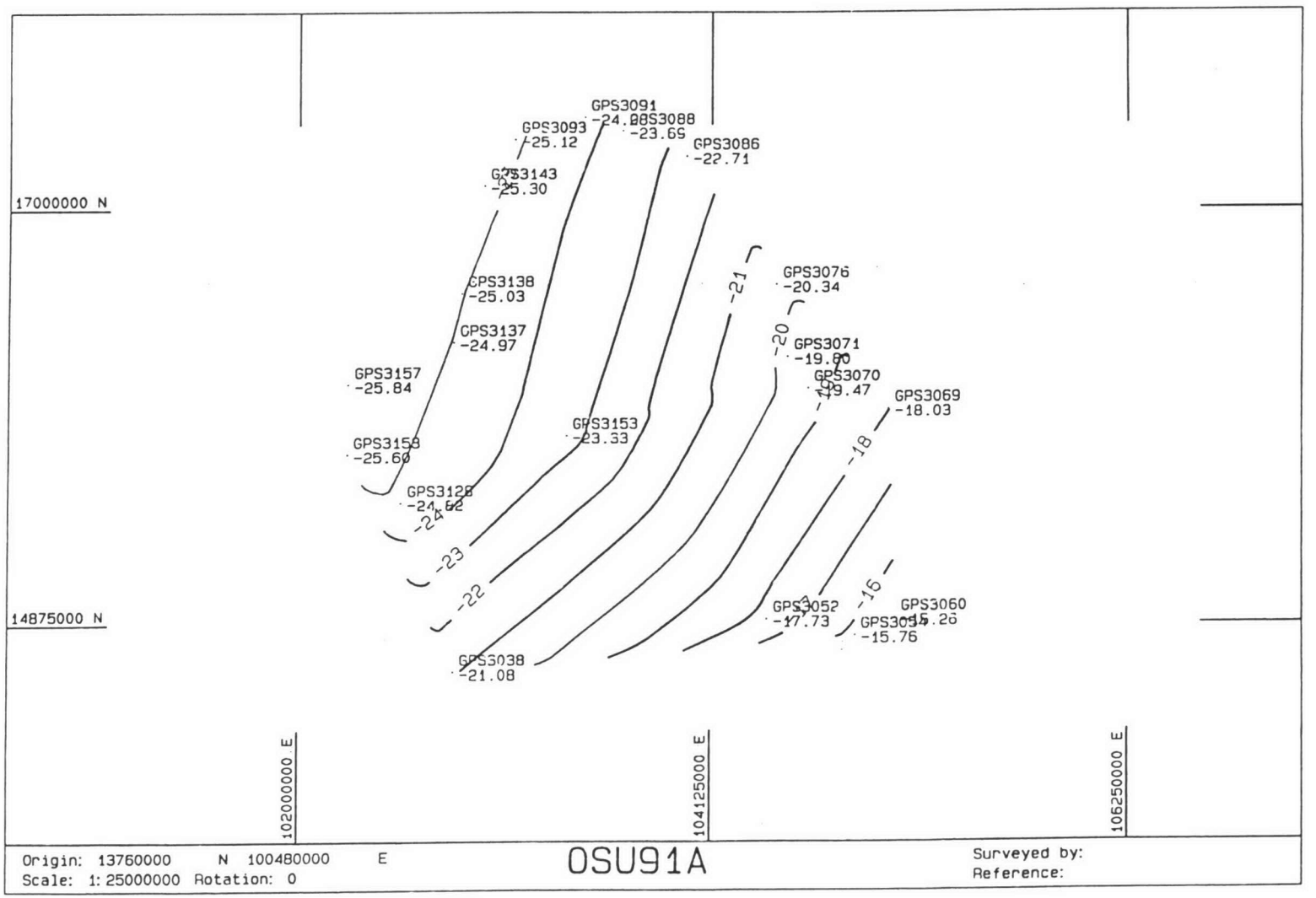
4.3.1 การเปรียบเทียบค่าความสูงยีออย

แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ ได้จากการนำผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย OSU91A RTSD และ EGM96 ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่ จำนวน 4 หมุด (แสดงด้วยตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ) เพื่อหาค่าความสูงยีออยค่าใหม่ หลังจากนั้นทำการสร้าง (Generate) แฟ้มข้อมูลความสูงยีออยในรูปแบบกริดขึ้นใหม่ ด้วยความละเอียดของแบบจำลอง 0.10 x 0.10 องศา ในการเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นใหม่ จะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก เป็นการเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของหมุดหลักฐานการระดับทั้ง 19 หมุด ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และส่วนสุดท้าย เป็นการเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของกริด โดยยกตัวอย่างของขอบเขตซึ่งเริ่มจากละติจูดที่ 15° N ถึง 17° N และลองจิจูดที่ 103° E ถึง 104° E มีระยะห่างของกริด (Grid interval) เท่ากับ 6 ลิปดา แสดงได้ดังตารางที่ ค.1 ในภาคผนวก ค

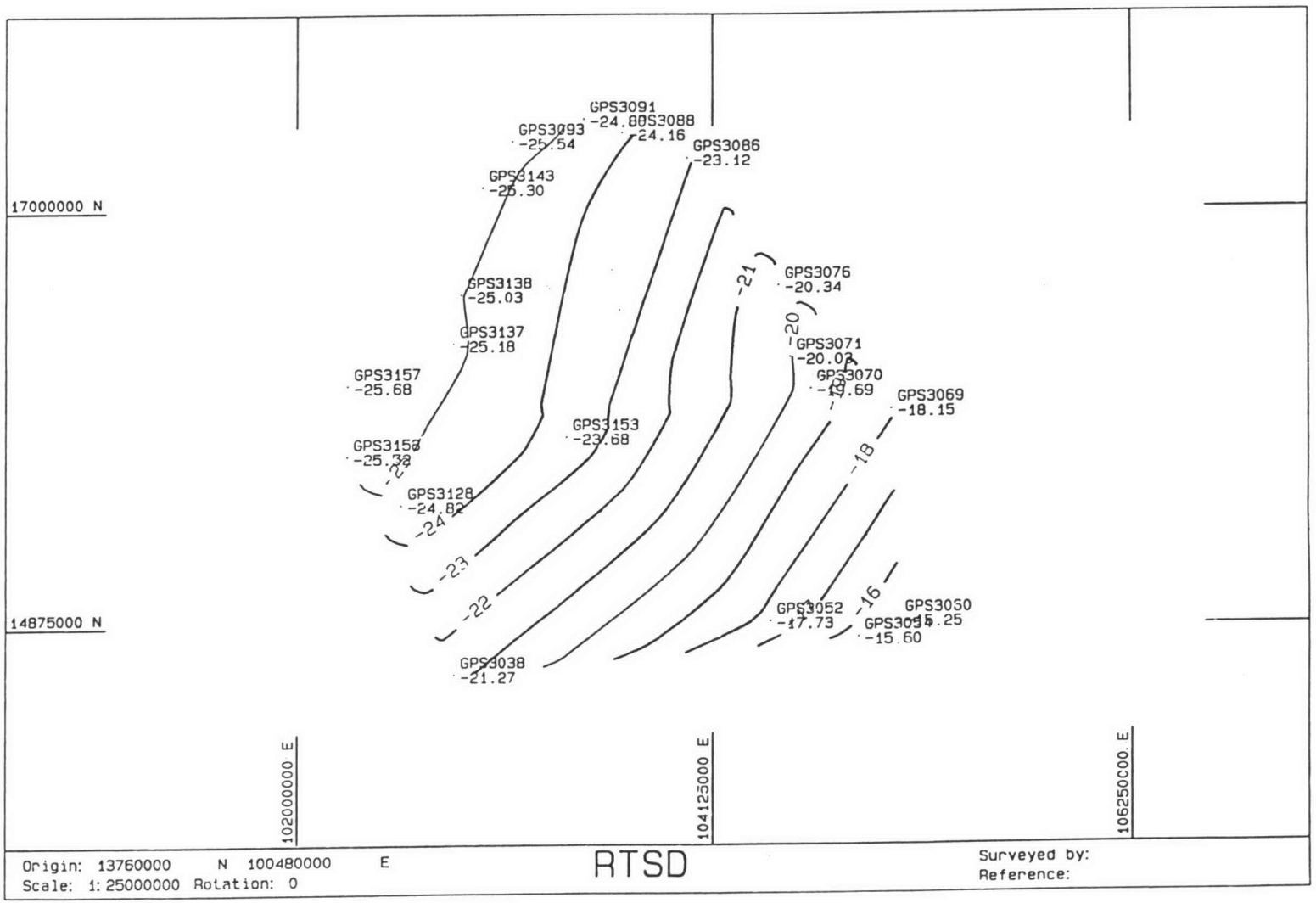
ในการเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของหมุดหลักฐานการระดับ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทั้งสามแบบดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าค่าความสูงยีออยมีค่าสูงสุดที่หมุด GPS3060 และค่าต่ำสุด จะเกิดขึ้นที่หมุด GPS3157 พิจารณาภาพที่ 4.4 ถึง 4.6 จะแสดงให้เห็นถึงเส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ทั้งสามแบบตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าความสูงยีออยของหมุดหลักฐานการระดับ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

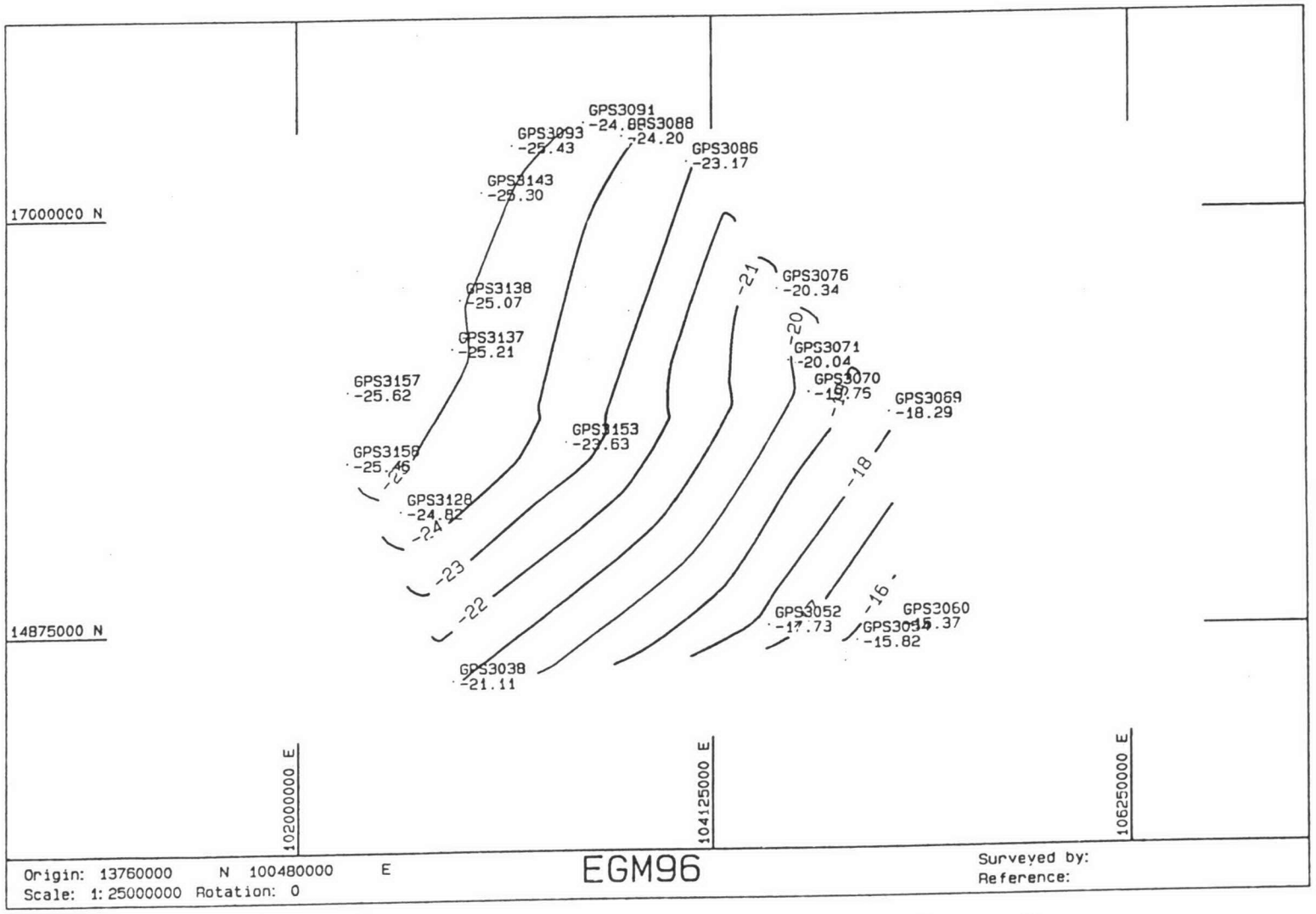
Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	′	″	°	′	″	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
GPS3052	14	54	04.076	104	24	57.343	-17.731	-17.731	-17.731
GPS3076	16	36	59.621	104	27	29.796	-20.335	-20.335	-20.335
GPS3128	15	30	02.611	102	31	40.884	-24.822	-24.822	-24.822
GPS3137	16	19	21.072	102	47	42.949	-24.975	-25.176	-25.211
GPS3138	16	34	23.030	102	50	02.260	-25.031	-25.030	-25.075
GPS3143	17	07	18.552	102	56	53.202	-25.296	-25.296	-25.296
GPS3153	15	50	45.148	103	22	50.748	-23.329	-23.684	-23.632
GPS3038	14	38	01.928	102	47	45.261	-21.083	-21.267	-21.112
GPS3054	14	49	6.534	104	51	54.758	-15.755	-15.603	-15.816
GPS3060	14	54	24.285	105	04	08.596	-15.258	-15.248	-15.371
GPS3069	15	58	46.202	105	02	03.534	-18.028	-18.147	-18.287
GPS3070	16	05	12.131	104	37	18.905	-19.465	-19.695	-19.761
GPS3071	16	14	56.280	104	31	04.698	-19.801	-20.034	-20.044
GPS3086	17	16	18.942	103	59	48.308	-22.713	-23.124	-23.168
GPS3088	17	24	08.587	103	39	59.735	-23.688	-24.161	-24.201
GPS3091	17	28	21.698	103	28	12.131	-24.280	-24.803	-24.894
GPS3093	17	21	31.565	103	06	17.670	-25.124	-25.536	-25.429
GPS3157	16	06	32.167	102	15	29.423	-25.842	-25.680	-25.619
GPS3158	15	45	01.618	102	15	19.164	-25.596	-25.522	-25.464



ภาพที่ 4.4 เส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออย OSU91A ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่



ภาพที่ 4.5 เส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออย RTSD ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่



ภาพที่ 4.6 เส้นชั้นความสูงยีออยของแบบจำลองความสูงยีออย EGM96 ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

4.3.2 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริก

ภายหลังจากการประมวลผลโครงข่าย โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งอ้างอิงกับพื้นหลักฐานพิภพ WGS84 ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้มีค่าคงที่เพียงหนึ่งหมุด ดังในข้อ 4.1.2.1 ผลของค่าความสูงที่ได้รับจะนำมาเปรียบเทียบกับค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ แบ่งการพิจารณาออกได้ดังนี้

4.3.2.1 ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย NOSU91A ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่หนึ่งหมุด ผลลัพธ์จากการประมวลผล ดังแสดงในตารางที่ 4.12 คือค่าความสูงออร์โทเมตริก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ จะพบว่าผลต่างของค่าความสูง มีค่าโดยเฉลี่ย 0.245 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.192 เมตร

4.3.2.2 ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย NRTSD ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่หนึ่งหมุด ค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผล ดังแสดงในตารางที่ 4.13 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ จะพบว่าผลต่างของค่าความสูง มีค่าโดยเฉลี่ย 0.021 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.031 เมตร

4.3.2.3 ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออย NEGM96 ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่หนึ่งหมุด ค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการประมวลผล ดังแสดงในตารางที่ 4.14 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความสูงซึ่งได้จากการทำระดับ จะพบว่าผลต่างของค่าความสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.098 เมตร และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.091 เมตร

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยใหม่ของ OSU91A (หรือ NOSU91A) ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด

Station	Orthometric Height, H (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	136.998	0.372	
GPS3076	164.143	164.515	0.372	
GPS3128	156.252	156.624	0.372	
GPS3137	162.536	162.683	0.147	
GPS3138	174.363	174.724	0.361	
GPS3143	174.179	174.551	0.372	
GPS3153	141.706	141.706	-	Fixed
GPS3038	183.043	183.266	0.223	
GPS3054	155.848	156.378	0.530	
GPS3060	128.997	129.386	0.389	
GPS3069	173.477	173.726	0.249	
GPS3070	150.405	150.542	0.136	
GPS3071	153.014	153.149	0.135	
GPS3086	166.928	166.917	-0.011	
GPS3088	172.699	172.619	-0.080	
GPS3091	175.459	175.367	-0.092	
GPS3093	169.417	169.452	0.036	
GPS3157	202.168	202.653	0.485	
GPS3158	176.954	177.359	0.405	
Min.			-0.092	
Max.			0.530	
Mean			0.245	
S.D.			0.192	

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยใหม่ของ RTSD (หรือ NRTSD) ร่วมกับการกำหนดค่าระดับ ของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด

Station	Orthometric Height, H (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	136.643	0.016	
GPS3076	164.143	164.159	0.016	
GPS3128	156.252	156.268	0.016	
GPS3137	162.536	162.528	-0.007	
GPS3138	174.363	174.367	0.004	
GPS3143	174.179	174.195	0.016	
GPS3153	141.706	**141.706**	-	Fixed
GPS3038	183.043	183.095	0.052	
GPS3054	155.848	155.870	0.023	
GPS3060	128.997	129.021	0.024	
GPS3069	173.477	173.490	0.013	
GPS3070	150.405	150.415	0.010	
GPS3071	153.014	153.026	0.012	
GPS3086	166.928	166.972	0.044	
GPS3088	172.699	172.736	0.037	
GPS3091	175.459	175.534	0.075	
GPS3093	169.417	169.509	0.092	
GPS3157	202.168	202.135	-0.033	
GPS3158	176.954	176.930	-0.024	
Min.			-0.033	
Max.			0.092	
Mean			0.021	
S.D.			0.031	

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากการทำระดับ และจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยใหม่ของ EGM96 (หรือ NEGM96) ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด

Station	Orthometric Height, H (m.)		Diff. (m.)	Control Status
	From Levelling	From Processing		
GPS3052	136.627	136.695	0.069	
GPS3076	164.143	164.212	0.069	
GPS3128	156.252	156.321	0.069	
GPS3137	162.536	162.616	0.080	
GPS3138	174.363	174.465	0.102	
GPS3143	174.179	174.248	0.069	
GPS3153	141.706	141.706	-	Fixed
GPS3038	183.043	182.993	-0.050	
GPS3054	155.848	156.136	0.288	
GPS3060	128.997	129.196	0.199	
GPS3069	173.477	173.683	0.206	
GPS3070	150.405	150.534	0.129	
GPS3071	153.014	153.089	0.075	
GPS3086	166.928	167.069	0.141	
GPS3088	172.699	172.829	0.130	
GPS3091	175.459	175.678	0.219	
GPS3093	169.417	169.455	0.038	
GPS3157	202.168	202.126	-0.042	
GPS3158	176.954	176.925	-0.029	
Min.			-0.050	
Max.			0.288	
Mean			0.098	
S.D.			0.091	

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความสูงออร์โทเมตริกดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก ในกรณีประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

Station	$H_{Levelling}$ (m.)	Orthometric Height Diff., $H_{GPS} - H_{levelling}$ (m.)		
		Fix-1 and Apply NOSU91A	Fix-1 and Apply NRTSD	Fix-1 and Apply NEGM96
GPS3052	136.627	0.372	0.016	0.069
GPS3076	164.143	0.372	0.016	0.069
GPS3128	156.252	0.372	0.016	0.069
GPS3137	162.536	0.147	-0.007	0.080
GPS3138	174.363	0.361	0.004	0.102
GPS3143	174.179	0.372	0.016	0.069
GPS3153	141.706	-	-	-
GPS3038	183.043	0.223	0.052	-0.050
GPS3054	155.848	0.530	0.023	0.288
GPS3060	128.997	0.389	0.024	0.199
GPS3069	173.477	0.249	0.013	0.206
GPS3070	150.405	0.136	0.010	0.129
GPS3071	153.014	0.135	0.012	0.075
GPS3086	166.928	-0.011	0.044	0.141
GPS3088	172.699	-0.080	0.037	0.130
GPS3091	175.459	-0.092	0.075	0.219
GPS3093	169.417	0.036	0.092	0.038
GPS3157	202.168	0.485	-0.033	-0.042
GPS3158	176.954	0.405	-0.024	-0.029
Min.		-0.092	-0.033	-0.050
Max.		0.530	0.092	0.288
Mean		0.245	0.021	0.098
S.D.		0.192	0.031	0.091

4.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองความสูงยีออย และค่าความสูงออร์โทเมตริก

การวิเคราะห์เพื่อหาความเหมาะสมของแบบจำลองความสูงยีออย และค่าความสูงออร์โทเมตริก แสดงได้ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าทางสถิติของผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยแบบต่าง ๆ ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก (ในหน่วยเมตร)

Model	Status	Min.	Max.	Mean	S.D.	RMS.
OSU91A and Fix-4	Original	-0.464	0.159	-0.178	0.204	0.270
RTSD and Fix-4	Original	-0.049	0.076	0.005	0.034	0.035
EGM96 and Fix-4	Original	-0.111	0.219	0.030	0.103	0.107
NOSU91A and Fix-1	Improved	-0.092	0.530	0.245	0.192	0.311
NRTSD and Fix-1	Improved	-0.033	0.092	0.021	0.031	0.038
NEGM96 and Fix-1	Improved	-0.050	0.288	0.098	0.091	0.134

จากค่าทางสถิติของผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก ดังตารางที่ 4.16 อาจสรุปได้ดังนี้ คือ ค่าทางสถิติของผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยเดิม (Original model) พบว่า ค่าผลต่างจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยของพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 (หรือ RTSD) มีค่าทางสถิติที่ดีที่สุด แต่เนื่องจากแบบจำลองความสูงยีออยดังกล่าวได้พัฒนามาจากข้อมูลชุดเดียวกันกับงานวิจัยนี้ ผลที่ได้จึงไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้น แบบจำลองความสูงยีออย RTSD จึงไม่พิจารณาในการนำไปใช้ นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงยีออยที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่อีก 3 แบบ คือ NOSU91A NRTSD และ NEGM96 พบว่าค่าทางสถิติโดยเฉพาะค่าเฉลี่ยและค่า RMS ไม่ได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติของแบบจำลองความสูงยีออยเดิม

แบบจำลองความสูงยีออยที่มีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ทำการวิจัย คือ แบบจำลอง EGM96 โดยประยุกต์ใช้ในการประมวลผลโครงข่าย ร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่จำนวน 4 หมุด ด้วยค่าทางสถิติของผลต่างของค่าความสูงออร์โทเมตริก คือ ค่า

เฉลี่ย 0.030 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.103 เมตร และ ค่า RMS 0.107 เมตร ซึ่งมีความคงเส้นคงวา (Consistency) ดีกว่าแบบจำลองความสูงยีออย OSU91A นอกจากนี้ยัง แสดงให้เห็นถึงค่าความสูงออร์โทเมตริกซึ่งได้จากกรณีนี้ เพียงพอที่จะนำไปใช้ในเกณฑ์ของงานระดับที่ไม่ต้องการความถูกต้องสูง

4.5 การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความสูงยีออย

ด้วยผลของการเปรียบเทียบระหว่างค่าความสูงซึ่งได้จากการประมวลผลในงานรังวัดดาวเทียม และค่าความสูงจากการทำระดับ สามารถคำนวณหาค่าความสูงยีออยได้ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสูงยีออยสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ จะพบว่าค่าความสูงยีออยที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลการรังวัดดาวเทียม โดยปราศจากหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ดังตารางที่ 4.1 และค่าความสูงยีออยจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง OSU91A RTSD หรือ EGM96 จะพบว่าความสูงยีออยมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของความลาดชันเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ลาดชันตามแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปตะวันตกเฉียงเหนือ จากผลซึ่งแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อมีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักหนึ่งหมุด พบว่าความคลาดเคลื่อนในทางความสูง จะเกิดขึ้นมากในแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ดังนั้นจึงควรให้มีหมุดควบคุมทางดิ่งหลักกระจายตามแนวดังกล่าวอย่างเพียงพอ

การเปลี่ยนแปลงความสูงยีออย มีผลกระทบอย่างมากต่อการคำนวณหาค่าความสูงออร์โทเมตริก โดยการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอส ทั้งนี้จำเป็นที่จะต้องมีแบบจำลองความสูงยีออย ร่วมกับหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ที่มีจำนวนเพียงพอและเหมาะสม เพื่อทอนค่าความสูงจากการรังวัดดาวเทียม ซึ่งอยู่เหนือรูปทรงรี ลงสู่ค่าความสูงเหนือยีออยได้ถูกต้องยิ่งขึ้น