

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ผล

ภายหลังจากการประมวลผลแล้ว ในบทนี้จะเป็นการเสนอผลที่ได้รับ และการวิเคราะห์ผลโดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 การวิเคราะห์ผลการคำนวณปรับแก้โครงข่ายของ กรมแผนที่ทหาร และ กรมที่ดินแยกแต่ละหน่วยงาน

จากการประมวลผลโดยทำการคำนวณปรับแก้โครงข่ายของแต่ละหน่วยงานแยกจากกัน กล่าวคือ คำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็น โครงข่ายหลักระยะไกล ครอบคลุมต่อเนื่องทั่วประเทศ มีจำนวนหมุดหลักฐานจำนวน 646 หมุด และคำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน ซึ่งเป็นโครงข่ายระยะใกล้เพื่อใช้ในกิจการแผนที่ออกโฉนดที่ดินทั่วประเทศ มีจำนวนหมุดหลักฐานจำนวน 329 หมุด ในการประมวลผลโครงข่ายขนาดใหญ่จำเป็นต้องมีหมุดควบคุมที่น่าเชื่อถือและเป็นหมุดที่ทั้ง 2 หน่วยงานใช้เป็นหมุดควบคุมในการคำนวณปรับแก้ของแต่ละหน่วยงานอยู่แล้ว ซึ่งหมุดควบคุมดังกล่าวเป็นหมุดควบคุมที่ได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA ( National Imagery and Mapping Agency ) ประเทศ สหรัฐอเมริกา โดยการหาค่าพิกัดบนพื้นหลักฐาน WGS84 ทำการรังวัดด้วยดาวเทียม GPS แบบสัมบูรณ์ ( absolute point positioning ) ใช้ข้อมูลการรังวัดในแต่ละสถานีอย่างน้อย 72 ชั่วโมงและใช้ข้อมูลการปรับแก้เวลาของดาวเทียมแบบละเอียด ( precise ephemeris ) ให้ความถูกต้อง ( accuracy ) ของค่าพิกัดบนพื้นหลักฐาน WGS84 ในเกณฑ์ 50 เซนติเมตร ซึ่งค่าพิกัดแบบสัมบูรณ์บนพื้นหลักฐาน WGS84 ของสถานีที่นำมาใช้ควบคุมโครงข่ายมีจำนวนทั้งสิ้น 4 สถานี คือ สถานี จ. อุทัยธานี (GPS 3001), จ. ลำปาง (GPS 3217), จ. ศรีสะเกษ (GPS 3146), จ. ปัตตานี (GPS 3405) ซึ่งมีความถูกต้องอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.50 เมตร ดังตารางที่ 4.1 ( รายละเอียดดูจากภาคผนวก ก.)

ตารางที่ 4.1 ค่าพิกัดสัมบูรณ์ของหมุดควบคุม 4 หมุดที่นำมาใช้ในการ constrain คือ

ชื่อหมุด	หมายเลขหมุด GPS	Latitude	Longitude	Height (เมตร)
UTHAI	3001	15° 23' 01.54063"	100° 00' 47.53085"	107.887
LAMPANG	3217	18° 20' 07.22970"	99° 22' 16.34646"	240.348
SISAKET	3146	15° 21' 00.89983"	104° 09' 20.63304"	100.855
PATTANI	3405	06° 53' 22.91910"	101° 14' 40.81599"	-10.247

เนื่องจากโครงข่ายมาจากต่างหน่วยงานกัน จำนวนหมุดหลักฐานก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นภายหลังจากการคำนวณปรับแก้แต่ละโครงข่ายแล้วในการวิเคราะห์ผลนี้จึงได้เลือกพิจารณาเฉพาะหมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันของทั้ง 2 หน่วยงานมาพิจารณา ซึ่งหมุดหลักฐานดังกล่าวกระจายครอบคลุมทั้งประเทศมีทั้งหมด 28 หมุด ดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 หมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันของกรมแผนที่ทหาร กับ กรมที่ดิน จำนวน 28 หมุด

ลำดับ	หมายเลขหมุดหลักฐาน ของ กรม ผท.ทหาร		หมายเลขหมุดหลักฐาน ของ กรมที่ดิน	สถานที่ตั้ง
1	3001	OTRI191	D05175	จ.อุทัยธานี
2	3027	KUMCHON	D05182	จ.สระบุรี
3	3121	OTRI097	D05159	จ.เพชรบูรณ์
4	3173	OTRI84	D05116	จ.นครสวรรค์
5	3177	OTRI134	D05110	จ.กำแพงเพชร
6	3206	OTRI234	D05047	จ.อุตรดิตถ์

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขหมวดหลักฐาน		หมายเลขหมวดหลักฐาน	สถานที่ตั้ง
	ของ กรม ผท.ทหาร		ของ กรมที่ดิน	
7	3217	OTRI147	D05067	จ.ลำปาง
8	3235	OTRV53	D05040	จ.ตาก
9	3239	OTRV57	D05108	จ.ตาก
10	3272	OTRV291	D05003	จ.เชียงราย
11	3273	OBMP1675	D05008	จ.พะเยา
12	3280	ODOPP30774	D05009	จ.น่าน
13	3440	OTRI131	D05246	จ.จันทบุรี
14	3041	OTRI126	D05191	จ.บุรีรัมย์
15	3083	OTRI209	D05088	จ.สกลนคร
16	3096	UDONTHANI	D05081	จ.อุดรธานี
17	3106	OTRI229	D05052	จ.เลย
18	3107	OBMP 1180	D05069	จ.เลย
19	3145	OTRI279	D05204	จ.ศรีสะเกษ
20	3146	RASISARAI,SISAKET	D05093	จ.ศรีสะเกษ
21	3157	TBMP0864	D05126	จ.ชัยภูมิ
22	3535	OTRI 296	D05145	จ.ร้อยเอ็ด
23	3577	OTRV194	D05127	จ.ขอนแก่น
24	3308	OTRI22	D05267	จ.ประจวบคีรีขันธ์
25	3402	OTRI187	D05312	จ.ปัตตานี
26	3405	PATTANI	D05131	จ.ปัตตานี
27	3345	OTRI 61	D05292	จ.นครศรีธรรมราช
28	3349	OTRI 38	D05281	จ.พังงา



ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งของหมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดิน

ภายหลังจากการคำนวณปรับแก้โครงข่ายแยกแต่ละหน่วยงานได้ทำการแยกวิเคราะห์ผลออกได้ดังต่อไปนี้

#### 4.1.1 การปรับแก้โครงข่ายแบบอิสระ ( Minimally constrained of Free adjustment )

ในขั้นตอนนี้ได้ทำการปรับแก้โดยทำการกำหนดค่าพิกัดของหมุดที่ใช้บังคับเพียงหมุดเดียว คือ หมุด GPS หมายเลข 3001 มีที่ตั้งอยู่ ณ เขาสะแกกรัง จังหวัด อุทัยธานี ซึ่งเป็นหมุดที่หน่วยงานทั้งสองใช้เป็นจุดกำเนิดในการขยายโครงข่ายของแต่ละหน่วยงานออกไปทั่วประเทศ สามารถแยกการวิเคราะห์ผลออกได้ดังต่อไปนี้

##### 4.1.1.1 เปรียบเทียบผลการคำนวณปรับแก้ระหว่างโครงข่ายของกรมแผนที่ทหารกับโครงข่ายของกรมที่ดิน

ผลการปรับแก้ในขั้นตอนนี้ได้นำค่าพิกัดบนพื้นหลักฐาน WGS84 ของหมุดที่คำนวณปรับแก้ได้ของแต่ละหน่วยงาน และมีการรังวัดร่วมกันจำนวน 28 หมุดดังกล่าวข้างต้น มาทำการเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของค่าพิกัดบนพื้นหลักฐาน WGS84 ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.3 จะพบว่าค่าพิกัดมีค่าความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในบริเวณภาคใต้ คือ หมุด GPS หมายเลข 3308 ,3402 และ 3405 มีค่าความแตกต่างในทาง Latitude อยู่ในระดับ 97 เซนติเมตร ถึง 8 เมตร และในทาง Longitude อยู่ในระดับ 20 เซนติเมตร ถึง 3 เมตร โดยมีค่าความแตกต่างสูงสุดอยู่ที่หมุด GPS หมายเลข 3308 ,3405 และ 3402 ตามลำดับ และจากผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบพบว่า มีค่าเฉลี่ยในทาง Latitude = 0.359 เมตรและทาง Longitude = -0.033 เมตร ค่าต่ำสุดในทาง Latitude = -0.009 เมตร และทาง Longitude = 0.002 เมตร ค่าสูงสุดในทาง Latitude = 8.860 เมตร และทาง Longitude = -3.398 เมตร ค่า S.D. ในทาง Latitude = 1.734 เมตรและทาง Longitude = 0.736 เมตร ค่า R.M.S. ในทาง = 1.771 เมตร และทาง Longitude = 0.736 เมตร

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าต่างพิกัดของหมุดที่มีการรังร่วมกันระหว่าง กรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน โดยการปรับแก้แบบอิสระ และใช้หมุดควบคุมเพียง 1 หมุด ( GPS 3001 )

Station		กรมแผนที่ทหาร				กรมที่ดิน				Diff	Diff
ศท.ทหาร	กรมที่ดิน	Latitude		Longitude		Latitude		Longitude		Latitude	Longitude
		°	"	°	"	°	"	°	"	(m.)	(m.)
3001	D05175	15 23	1.540630	100 00	47.530850	15 23	1.540630	100 00	47.530850	0.000	0.000
3027	D05182	14 44	31.104940	101 00	24.248810	14 44	31.107060	101 00	24.248360	-0.064	0.013
3121	D05159	15 37	26.944760	101 02	0.450690	15 37	26.945820	101 02	0.450610	-0.032	0.002
3173	D05116	15 53	9.257670	099 27	29.110720	15 53	9.256810	099 27	29.111920	0.026	-0.036
3177	D05110	16 18	40.348510	099 26	56.656420	16 18	40.349120	99 26	56.656740	-0.018	-0.010
3206	D05047	17 37	38.151500	100 16	12.506180	17 37	38.148840	100 16	12.506860	0.080	-0.020
3217	D05067	18 20	7.229940	099 22	16.348810	18 20	7.225160	099 22	16.349740	0.143	-0.028
3235	D05040	17 13	57.993930	098 13	46.486240	17 13	57.992240	098 13	46.490340	0.051	-0.123
3239	D05108	16 43	16.550150	098 35	16.536250	16 43	16.549150	098 35	16.538020	0.030	-0.053
3272	D05003	19 56	58.188960	100 18	49.220700	19 56	58.182040	100 18	49.223110	0.208	-0.072
3273	D05008	19 30	26.706710	100 17	3.447010	19 30	26.699700	100 17	3.450080	0.210	-0.092
3280	D05009	19 23	27.635350	100 52	46.703650	19 23	27.628530	100 52	46.703810	0.205	-0.005
3440	D05246	12 28	31.445260	102 05	58.566760	12 28	31.451370	102 05	58.562550	-0.183	0.126
3041	D05191	14 56	3.235090	103 05	53.413420	14 56	3.236860	103 05	53.410270	-0.053	0.095

ตารางที่ 4.3 ( ต่อ ) แสดงค่าต่างพิกัดของหมุดที่มีการรังรั่วมกันระหว่าง กรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน โดยการปรับแก้แบบอิสระ และใช้หมุดควบคุมเพียง 1 หมุด ( GPS 3001 )

Station		กรมแผนที่ทหาร				กรมที่ดิน				Diff	Diff
พท.ทหาร	กรมที่ดิน	Latitude		Longitude		Latitude		Longitude		Latitude	Longitude
		°	' "	°	' "	°	' "	°	' "	(m.)	(m.)
3083	D05088	17 11	30.646640	104 13	19.271350	17 11	30.642390	104 13	19.268710	0.128	0.079
3096	D05081	17 24	6.239740	102 47	59.898580	17 24	6.234710	102 47	59.897370	0.151	0.036
3106	D05052	17 30	52.254120	101 20	42.130110	17 30	52.248690	101 20	42.125730	0.163	0.131
3107	D05069	17 17	23.580750	101 46	29.893300	17 17	23.576500	101 46	29.892730	0.127	0.017
3145	D05204	15 11	48.919910	104 15	43.949910	15 11	48.920440	104 15	43.945850	-0.016	0.122
3146	D05093	15 21	0.899280	104 09	20.631910	15 21	0.899580	104 09	20.627530	-0.009	0.131
3157	D05126	16 06	32.161200	102 15	29.446550	16 06	32.159750	102 15	29.445400	0.043	0.034
3535	D05145	15 32	34.624620	103 32	7.907540	15 32	34.624080	103 32	7.903200	0.016	0.130
3577	D05127	16 07	31.865240	102 32	45.037110	16 07	31.864320	102 32	45.032900	0.028	0.126
3308	D05267	11 11	41.999030	099 34	8.610750	11 11	41.703710	099 34	8.724020	8.860	-3.398
3402	D05312	6 43	57.185680	101 05	48.382420	6 43	57.142510	101 05	48.375430	1.295	0.210
3405	D05131	6 53	22.912010	101 14	40.816740	6 53	22.944330	101 14	40.765820	-0.970	1.528
3345	D05292	8 28	43.343820	099 58	14.045180	8 28	43.356030	099 58	14.040070	-0.366	0.153
3349	D05281	9 00	13.246260	098 16	5.185000	9 00	13.258610	098 16	5.184530	-0.370	0.014

T110250654

ตารางที่ 4.3 ( ต่อ ) แสดงค่าต่างพิกัดของหมุดที่มีการรังรั่วมกันระหว่าง กรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน โดยการปรับแก้แบบอิสระ และใช้หมุดควบคุมเพียง 1 หมุด ( GPS 3001 )

Station		กรมแผนที่ทหาร				กรมที่ดิน				Diff	Diff
พท.ทหาร	กรมที่ดิน	Latitude		Longitude		Latitude		Longitude		Latitude	Longitude
		°	' "	°	' "	°	' "	°	' "	(m.)	(m.)
MIN										-0.009	0.002
MAX										8.860	-3.398
MEAN										0.359	-0.033
S.D.										1.734	0.736
R.M.S.										1.771	0.736



#### 4.1.1.2 เปรียบเทียบผลการคำนวณปรับแก้ระหว่างโครงข่ายของ กรมแผนที่ทหาร,โครงข่ายของกรมที่ดิน กับ ค่าพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงาน NIMA

นอกจากค่าพิกัดสัมบูรณ์ของสถานีควบคุมโครงข่ายหลักจำนวน 4 สถานีที่นำมาใช้ในการวิจัยแล้ว ยังได้นำค่าพิกัดของสถานีโครงข่าย GPS ของประเทศไทย \* ที่ได้รับการคำนวณปรับแก้โดยหน่วยงาน NIMA ร่วมกับสถานีควบคุมโครงข่ายหลัก 4 สถานีดังกล่าวมาเป็นค่าพิกัดอ้างอิงในการเปรียบเทียบ โดยทำการคัดเลือกหมุดที่มีการรังวัดร่วมกันของทั้งสองหน่วยงานและเป็นหมุดที่อยู่ในสถานีโครงข่าย GPS ของประเทศไทยที่ได้รับการคำนวณปรับแก้โดยหน่วยงาน NIMA ได้จำนวนหมุดทั้งสิ้น 11 หมุด ดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ ภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 หมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดิน และเป็นหมุดที่อยู่ในสถานีโครงข่าย GPS ของประเทศไทยซึ่งได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA

ลำดับ	หมายเลขหมุดหลักฐาน ของ กรม ผท.ทหาร		หมายเลขหมุดหลักฐาน ของ กรมที่ดิน	สถานที่ตั้ง
1	3001	OTRI191	D05175	จ.อุทัยธานี
2	3173	OTRI84	D05116	จ.นครสวรรค์
3	3217	OTRI147	D05067	จ.ลำปาง
4	3239	OTRV57	D05108	จ.ตาก
5	3272	OTRV291	D05003	จ.เชียงราย
6	3273	OBMP1675	D05008	จ.พะเยา

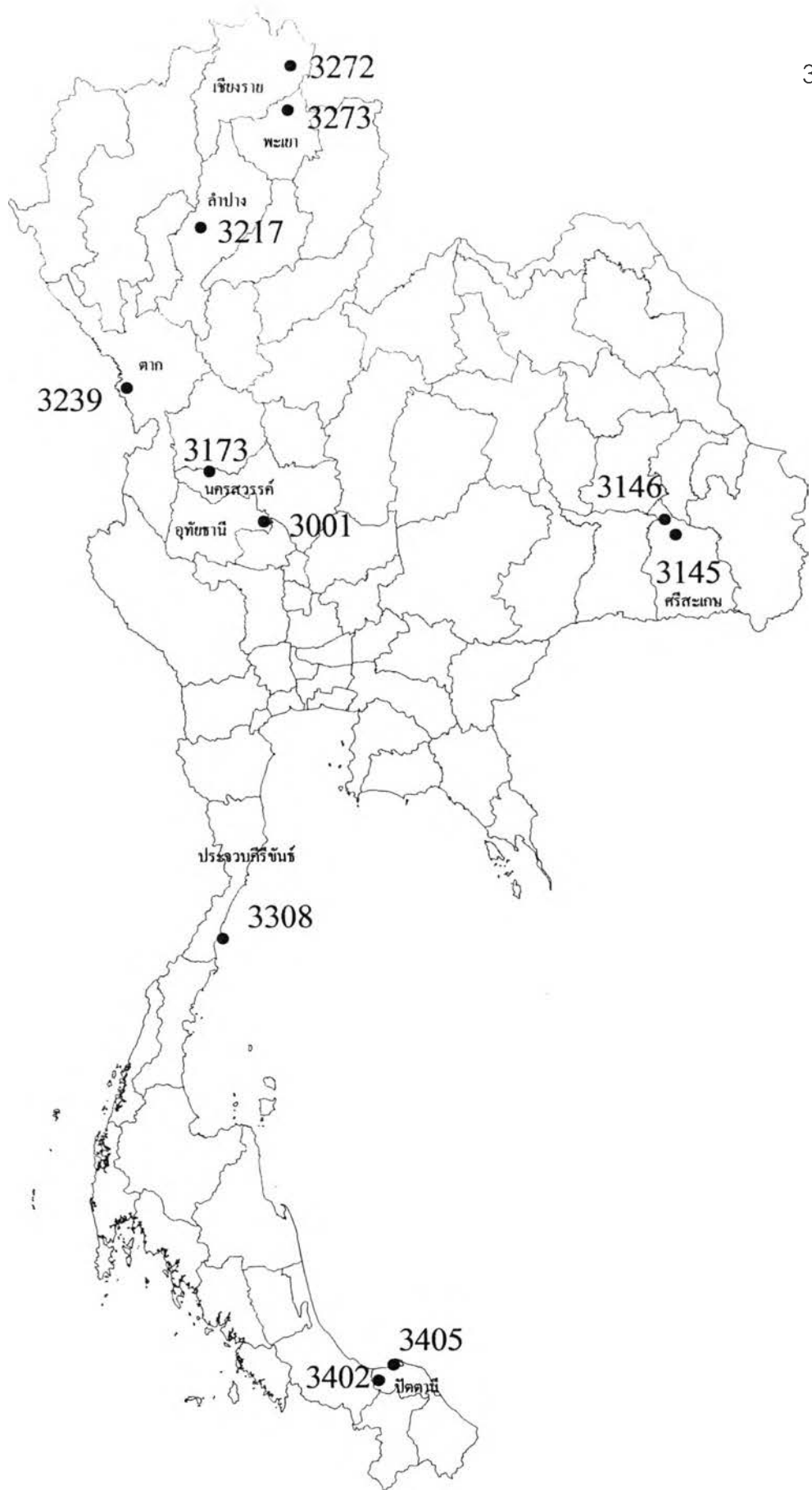
\* ดูรายละเอียดจากภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขหมุดหลักฐาน ของ กรม ผท.ทหาร		หมายเลขหมุดหลักฐาน ของ กรมที่ดิน	สถานที่ตั้ง
7	3145	OTRI279	D05204	จ.ศรีสะเกษ
8	3146	RASISARAI,SISAKET	D05093	จ.ศรีสะเกษ
9	3308	OTRI22	D05267	จ.ประจวบคีรีขันธ์
10	3402	OTRI187	D05312	จ.ปัตตานี
11	3405	PATTANI	D05131	จ.ปัตตานี

ตารางที่ 4.5 ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานจากตารางที่ 4.4 บนพื้นหลักฐาน WGS 84

ลำดับ	ชื่อหมุด	Latitude	Longitude	ความสูง ( เมตร )
1	3001	15° 23' 01.54063"	100° 00' 47.53085"	107.887
2	3173	15° 53' 09.25743"	99° 27' 29.10740"	501.928
3	3217	18° 20' 07.22970"	99° 22' 16.34646"	240.348
4	3239	16° 43' 16.55012"	99° 35' 16.53349"	177.212
5	3272	19° 56' 58.18921"	100° 18' 49.21822"	377.944
6	3273	19° 30' 26.70671"	100° 17' 03.44449"	358.301
7	3145	15° 11' 48.92038"	104° 15' 43.95088"	111.225
8	3146	15° 21' 00.89983"	104° 09' 20.63304"	100.855
9	3308	11° 11' 42.00238"	99° 34' 08.61096"	201.091
10	3402	06° 43' 57.19272"	101° 05' 48.38172"	41.138
11	3405	06° 53' 22.91910"	101° 14' 40.81599"	-10.247



ภาพที่ 4.2 แสดงตำแหน่งของหมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดินและเป็นหมุดที่ได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA ประเทศสหรัฐอเมริกา

ภายหลังจากการคัดเลือกค่าพิกัดหมุดหลักฐานอ้างอิงจำนวน 11 หมุดที่จะนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับผลการคำนวณปรับแก้ของแต่ละหน่วยงานแล้วสามารถจำแนกการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

#### 4.1.1.2.1 เปรียบเทียบผลการคำนวณปรับแก้ระหว่างโครงข่ายของกรมแผนที่ทหาร กับ ค่าพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงาน NIMA

ในขั้นตอนนี้ได้คัดเลือกค่าพิกัดที่คำนวณปรับแก้ได้ของแต่ละหน่วยงานและมีการรังวัดร่วมกันซึ่งเดิมมีจำนวน 28 หมุด คัดเลือกให้เหลือเพียง 11 หมุดดังตารางที่ 4.4 แล้วทำการเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างกับค่าพิกัดอ้างอิงจากตารางที่ 4.5 ซึ่งเป็นค่าพิกัดที่คำนวณปรับแก้ได้โดยหน่วยงาน NIMA จากผลการเปรียบเทียบโดยการนำค่าพิกัดที่คำนวณปรับแก้ได้จากกรมแผนที่ทหารกับค่าพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงาน NIMA มาหาค่าความแตกต่างดังตารางที่ 4.6 พบว่ามีค่าความแตกต่างอยู่ในระดับเซนติเมตร กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ยในทาง Latitude = 0.05 เมตร และทาง Longitude = -0.034 เมตร ค่าต่ำสุดในทาง Latitude = 0.00 เมตร และทาง Longitude = 0.006 เมตร ค่าสูงสุดในทาง Latitude = 0.213 เมตร และทาง Longitude = - 0.083 เมตร ค่า S.D. ในทาง Latitude = 0.086 เมตรและทาง Longitude = 0.048 เมตร ค่า R.M.S. ในทาง = 0.099 เมตร และทาง Longitude = 0.059 เมตร

#### 4.1.1.2.2 เปรียบเทียบผลการคำนวณปรับแก้ระหว่างโครงข่ายของกรมที่ดิน กับ ค่าพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงาน NIMA

เช่นเดียวกับหัวข้อ 4.1.1.2.1 ในขั้นตอนนี้ได้คัดเลือกค่าพิกัดที่คำนวณปรับแก้ได้ของแต่ละหน่วยงานและมีการรังวัดร่วมกันซึ่งเดิมมีจำนวน 28 หมุด คัดเลือกให้เหลือเพียง 11 หมุด ดังตารางที่ 4.4 แล้วทำการเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างกับค่าพิกัดอ้างอิงจากตารางที่ 4.5 ซึ่งเป็นค่าพิกัดที่คำนวณปรับแก้ได้โดยหน่วยงาน NIMA

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าต่างพิกัดระหว่างค่าพิกัดอ้างอิงที่ได้รับการคำนวณจากหน่วยงาน NIMA กับค่าพิกัดของกรมแผนที่ทหารบนพื้นหลักฐาน WGS 84 โดยใช้หมุดควบคุม 1 หมุด ( GPS 3001 )

Station		ค่าพิกัดอ้างอิงจาก NIMA				กรมแผนที่ทหาร				Diff	Diff
พท.ทหาร	กรมที่ดิน	Latitude		Longitude		Latitude		Longitude		Latitude	Longitude
		°	' "	°	' "	°	' "	°	' "	(m.)	(m.)
3001	D05175	15 23	1.54063	100 00	47.53085	15 23	1.540630	100 00	47.530850	0.000	0.000
3173	D05116	15 53	9.25743	099 27	29.1074	15 53	9.257670	099 27	29.110720	-0.007	-0.100
3217	D05067	18 20	7.2297	099 22	16.34646	18 20	7.229940	099 22	16.348810	-0.007	-0.070
3239	D05108	16 43	16.55012	098 35	16.53349	16 43	16.550150	098 35	16.536250	-0.001	-0.083
3272	D05003	19 56	58.18921	100 18	49.21822	19 56	58.188960	100 18	49.220700	0.008	-0.074
3273	D05008	19 30	26.70671	100 17	3.44449	19 30	26.706710	100 17	3.447010	0.000	-0.076
3145	D05204	15 11	48.92038	104 15	43.95088	15 11	48.919910	104 15	43.949910	0.014	0.029
3146	D05093	15 21	0.89983	104 09	20.63304	15 21	0.899280	104 09	20.631910	0.017	0.034
3308	D05267	11 11	42.00238	099 34	8.61096	11 11	41.999030	099 34	8.610750	0.101	0.006
3402	D05312	6 43	57.19272	101 05	48.38172	6 43	57.185680	101 05	48.382420	0.211	-0.021
3405	D05131	6 53	22.9191	101 14	40.81599	6 53	22.912010	101 14	40.816740	0.213	-0.023
MIN										0.000	0.006
MAX										0.213	-0.083
MEAN										0.050	-0.034
S.D.										0.086	0.048
R.M.S.										0.099	0.059

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าต่างพิกัดระหว่างค่าพิกัดอ้างอิงที่ได้รับการคำนวณจากหน่วยงาน NIMA กับค่าพิกัดของกรมที่ดินบนพื้นหลักฐาน WGS 84 โดยใช้หมุดควบคุม 1 หมุด ( GPS 3001 )

Station		ค่าพิกัดอ้างอิงจาก NIMA				กรมที่ดิน				Diff	Diff
พท.ทหาร	กรมที่ดิน	Latitude		Longitude		Latitude		Longitude		Latitude	Longitude
		°	' "	°	' "	°	' "	°	' "	(m.)	(m.)
3001	D05175	15 23	1.54063	100 00	47.53085	15 23	1.540630	100 00	47.530850	0.000	0.000
3173	D05116	15 53	9.25743	099 27	29.1074	15 53	9.256810	099 27	29.111920	0.019	-0.136
3217	D05067	18 20	7.2297	099 22	16.34646	18 20	7.225160	099 22	16.349740	0.136	-0.098
3239	D05108	16 43	16.55012	098 35	16.53349	16 43	16.549150	098 35	16.538020	0.029	-0.136
3272	D05003	19 56	58.18921	100 18	49.21822	19 56	58.182040	100 18	49.223110	0.215	-0.147
3273	D05008	19 30	26.70671	100 17	3.44449	19 30	26.699700	100 17	3.450080	0.210	-0.168
3145	D05204	15 11	48.92038	104 15	43.95088	15 11	48.920440	104 15	43.945850	-0.002	0.151
3146	D05093	15 21	0.89983	104 09	20.63304	15 21	0.899580	104 09	20.627530	0.007	0.165
3308	D05267	11 11	42.00238	099 34	8.61096	11 11	41.703710	099 34	8.724020	8.960	-3.392
3402	D05312	6 43	57.19272	101 05	48.38172	6 43	57.142510	101 05	48.375430	1.506	0.189
3405	D05131	6 53	22.9191	101 14	40.81599	6 53	22.944330	101 14	40.765820	-0.757	1.505
MIN										-0.002	-0.098
MAX										8.960	-3.392
MEAN										0.939	-0.188
S.D.										2.712	1.165
R.M.S.										2.870	1.180

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติที่ได้จากการหาค่าต่างระหว่างค่าพิกัดที่คำนวณได้จากโครงข่ายของกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินกับค่าพิกัดอ้างอิงที่คำนวณได้โดยหน่วยงาน NIMA

	NIMA กับ กรมแผนที่ทหาร		NIMA กับ กรมที่ดิน	
	Latitude ( m.)	Longitude ( m.)	Latitude ( m.)	Longitude ( m.)
MIN	0.000	0.006	-0.002	-0.098
MAX	0.213	-0.083	8.960	-3.392
MEAN	0.050	-0.034	0.939	-0.188
S.D.	0.086	0.048	2.712	1.165
R.M.S.	0.099	0.059	2.870	1.180

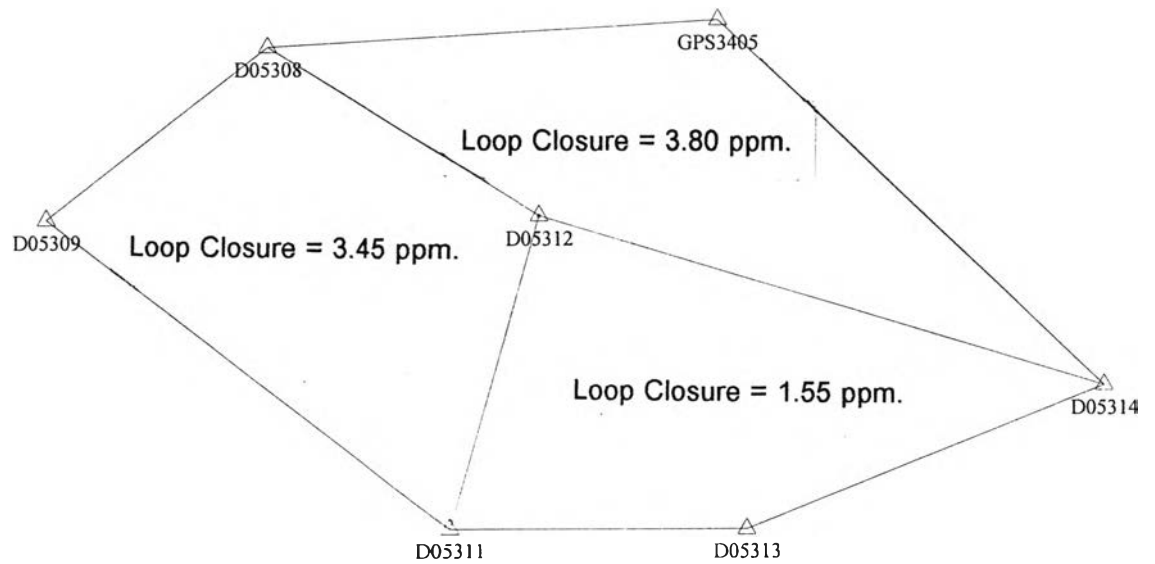
จากผลการเปรียบเทียบโดยการนำค่าพิกัดที่คำนวณปรับแก้ได้จากกรมที่ดินกับค่าพิกัดอ้างอิงจากหน่วยงาน NIMA มาหาค่าความแตกต่างดังตารางที่ 4.7 จะพบว่าค่าพิกัดมีค่าความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในบริเวณภาคใต้ คือ หมู่ GPS หมายเลข 3308 ,3402 และ 3405 มีค่าความแตกต่างในทาง Latitude อยู่ในระดับ 75 เซนติเมตร ถึง 8.96 เมตร และในทาง Longitude อยู่ในระดับ 18 เซนติเมตร ถึง 3.39 เมตร โดยมีค่าความแตกต่างสูงสุดอยู่ที่หมู่ GPS หมายเลข 3308 ,3405 และ 3402 ตามลำดับ และจากผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบพบว่า มีค่าเฉลี่ยในทาง Latitude = 0.939 เมตร และทาง Longitude = -0.188 เมตร ค่าต่ำสุดในทาง Latitude = -0.002 เมตร และทาง Longitude = -0.098 เมตร ค่าสูงสุดในทาง Latitude = 8.96 เมตร และทาง Longitude = -3.392 เมตร ค่า S.D. ในทาง Latitude = 2.712 เมตรและทาง Longitude = 1.165 เมตร ค่า R.M.S. ในทาง = 2.87 เมตร และทาง Longitude = 1.18 เมตร

จากตารางที่ 4.8 เป็นการสรุปผลลัพธ์ทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบ จะพบว่าผลลัพธ์ทางสถิติมีความสอดคล้องกับหัวข้อ 4.1.1.1 ซึ่งค่าพิกัดทางภาคใต้ของกรมที่ดินมีความแตกต่างสูงในบริเวณภาคใต้ ไม่ว่าจะโดยการเปรียบเทียบกับค่าพิกัดของกรมแผนที่ทหาร หรือ ค่าพิกัดอ้างอิงของหน่วยงาน NIMA ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบบริเวณหมู่ 3308 ,3402 และ 3405 ในโครงข่ายของกรมที่ดินอีกครั้ง โดยตรวจสอบความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบ ด้วย Trimble Loop Closures ซึ่งอยู่ในโปรแกรม GPSurvey พบว่า

- บริเวณ loop ของหมู่ GPS 3308 มีค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบไม่เกิน 0.45 ppm. ระยะเวลาในการรังวัด 1.5 ถึง 2 ชั่วโมง จำนวนดาวเทียมในการรับสัญญาณตลอดห้วงเวลาการรังวัดมีจำนวน 5 ดวง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นฐานอยู่ ระหว่าง 3 – 8 มิลลิเมตร

- บริเวณ loop ของหมู่ GPS หมายเลข 3405 และ loop ข้างเคียงอีกสอง loop ดังภาพที่ 4.3 มีความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบอยู่ในเกณฑ์ที่สูง คือมีค่า 3.8 ppm. , 3.45 ppm. และ 1.55 ppm. มีระยะเวลาในการรังวัด 1.5 ถึง 2 ชั่วโมง





ภาพที่ 4.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบบริเวณ Loop ของหมุด GPS หมายเลข 3405 และ Loop ข้างเคียงจากโครงข่ายของกรมที่ดิน

จำนวนดาวเทียมในการรับสัญญาณตลอดห้วงเวลาการรังวัดมีจำนวน 5 ดวง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นฐานอยู่ ระหว่าง 4 – 9 มิลลิเมตร ได้ทำการตรวจสอบเส้นฐานอีกครั้ง ดังตารางที่ 4.9 พบว่าเส้นฐานมีค่า reference variance อยู่ในเกณฑ์ที่สูง

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าทางสถิติของเส้นฐานบริเวณหมุด GPS 3405 ของกรมที่ดิน

From Station Short Name	To Station Short Name	Solution Type	Slope (m.)	Ratio	Reference Variance
D05308	D05309	iono free fixed	25293.139	70.0	5.478
D05308	D05312	iono free fixed	28627.086	137.1	3.135
D05311	D05309	iono free fixed	45669.787	340.4	7.108
D05312	D05311	iono free fixed	29180.269	212.7	3.860
D05312	D05314	iono free fixed	53260.651	206.7	3.100
D05313	D05311	iono free fixed	26902.860	347.2	3.289
D05313	D05314	iono free fixed	34858.702	295.9	3.278
GPS3405	D05308	iono free fixed	40775.331	67.8	2.841
GPS3405	D05314	iono free fixed	47573.471	163.9	4.225

- ในส่วนของกรมแผนที่ทหาร จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าพิกัดมีความแตกต่างจากค่าพิกัดอ้างอิงตรงบริเวณหมุด GPS 3402 และ 3405 ในทาง Latitude อยู่ในระดับ 20 เซนติเมตร จึงทำการตรวจสอบโครงข่ายบริเวณ loop ของหมุด GPS หมายเลข 3405 และ loop ข้างเคียง พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบไม่เกิน 0.25 ppm. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นฐานอยู่ ระหว่าง 2 – 6 มิลลิเมตร มีค่า reference variance ไม่เกิน 1.6

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบและผลการตรวจสอบเส้นฐานดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าข้อมูลการรังวัดทางภาคใต้ของกรมที่ดินอาจจะมีข้อบกพร่อง หรือมีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่ ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลเส้นฐานที่ได้รับการประมวลผลมาแล้ว ไม่สามารถหาข้อมูลดิบเพื่อนำมาใช้ในการประมวลผลเส้นฐานใหม่ได้ การที่จะตัดเส้นฐานใดเส้นฐานหนึ่งออกไปจากโครงข่ายของกรมที่ดินบริเวณ loop 3405 ดังแสดงในภาพที่ 4.2 นั้นจะทำให้โครงข่ายบริเวณดังกล่าวไม่แข็งแรง อีกทั้งมีปัญหาอันเนื่องมาจากหมุด GPS หมายเลข 3405 ถูกทำลาย ในกรณีนี้ข้อมูลการรังวัดของกรมที่ดินที่ได้รับมาบางส่วนอาจเกิดความผิดพลาดเพราะไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าข้อมูลเส้นฐานที่ได้มา มีเส้นฐานเส้นไหนบ้างที่มีการรังวัดก่อนหรือหลังจากหมุดถูกทำลาย หรืออาจจะมี ความผิดพลาดในเรื่องของการตั้งเครื่องรับสัญญาณคนละจุดกัน เนื่องจากค่าพิกัดที่คำนวณได้มีความแตกต่างกันอยู่ในระดับเป็นเมตร ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงไม่ทำการ constrain หมุดควบคุมที่อยู่ทางภาคใต้ คือ หมุด GPS หมายเลข 3405 ในงานวิจัยนี้จึงใช้หมุดควบคุม 3 หมุดในการคำนวณปรับแก้ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 หมุดควบคุม 3 หมุดที่นำมาใช้ในการ constrain คือ

ชื่อหมุด	หมายเลขหมุด GPS	Latitude	Longitude	Height (เมตร)
UTHAI	3001	15° 23' 01.54063"	100° 00' 47.53085"	107.887
LAMPANG	3217	18° 20' 07.22970"	99° 22' 16.34646"	240.348
SISAKET	3146	15° 21' 00.89983"	104° 09' 20.63304"	100.855

#### 4.1.2 การปรับแก้โครงข่ายโดยใช้หมุดควบคุม (Fixing control coordinates)

ภายหลังจากการประมวลผลโดยวิธีการปรับแก้แบบอิสระ (minimally constrained of free adjustment) ในขั้นตอนนี้จะทำการคำนวณปรับแก้โครงข่ายแยกแต่ละหน่วยงานโดยใช้หมุดควบคุม 3 หมุด และใช้ค่าพิกัดจากตารางที่ 4.10 เป็นค่าพิกัดในการ constrain ภายหลังจากการคำนวณปรับแก้แล้วได้ทำการเลือกหมุดหลักฐานที่มีการรังวัดร่วมกันของทั้ง 2 หน่วยงานจำนวน 28 หมุดจากตารางที่ 4.2 มาพิจารณาเปรียบเทียบผลการปรับแก้ โดยการนำผลลัพธ์ค่าพิกัดที่ปรับแก้แล้วบนพื้นหลักฐาน WGS 84 มาแปลงเป็นค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดีย 1975 โดยใช้ค่าตัวแปร 7 ตัว กับค่าพิกัดที่ปรับแก้ได้จากโครงข่ายของกรมที่ดิน และใช้ค่าตัวแปร 3 ตัว กับค่าพิกัดที่ปรับแก้ได้จากโครงข่ายของกรมแผนที่ทหาร ค่าตัวแปรสำหรับการแปลงค่าพิกัดแสดงไว้ดังตาราง 4.11 จากนั้นจึงนำค่าพิกัด UTM ที่แปลงได้ไปเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างระหว่างกัน

ตาราง 4.11 ค่าตัวแปรสำหรับการแปลงค่าจาก WGS 84 เป็นอินเดีย 1975

Parameters	7 Parameters	3 Parameters
x (เมตร)	-293.725	-206
y (เมตร)	-836.618	-837
z (เมตร)	-318.787	-295
Rx (วินาที)	-0.519	0
Ry (วินาที)	-1.625	0
Rz (วินาที)	2.825	0
Scale factor (ต่อล้านส่วน)	-2.055	0

ผลลัพธ์จากการประมวลผล แสดงได้ดังตารางที่ 4.12 เป็นผลลัพธ์ที่ได้ทำการแปลงเป็นค่าพิกัด UTM ผลลัพธ์ที่ได้จะพบว่าผลต่างของการเปรียบเทียบระหว่างค่าพิกัด UTM ที่คำนวณได้โดยใช้ค่าตัวแปร 7 ตัวของกรมที่ดิน กับ ค่าพิกัด UTM ที่คำนวณได้โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัวของกรมแผนที่ทหาร มีค่าเฉลี่ยในทาง Northing = -2.458 เมตร และทาง Easting = -10.144 เมตร ค่าต่ำสุดในทาง Northing = 0.478 เมตร และทาง Easting = -4.904 เมตร ค่าสูงสุดในทาง Northing = -11.276 เมตร และทาง Easting = -11.657 เมตร ค่า S.D. ในทาง Northing = 1.940 เมตร และทาง Easting = 1.783 ค่า R.M.S. ในทาง Northing = 3.131 เมตร และทาง Easting = 10.300 เมตร จากค่าทางสถิติแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าค่าพิกัดมีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง คือ ต่างกันประมาณ 10 เมตร ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้ชุดตัวแปรคนละชุดกัน

#### 4.2 การวิเคราะห์ผลของการนำโครงข่ายของทั้ง 2 หน่วยงานมาปรับแก้ร่วมกัน

จากการประมวลผลโดยการนำข้อมูลหมุดหลักฐานโครงข่ายหลักทั้งประเทศของกรมที่ดิน และ กรมแผนที่ทหารมาปรับแก้ร่วมกัน (homogenize) โดยมีหมุดควบคุมที่นำเชื่อถือเป็นหมุดควบคุมในการปรับแก้โครงข่าย ในขั้นตอนนี้จะทำการปรับแก้โครงข่ายโดยใช้หมุดควบคุมเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.1.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลคือ ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานบนพื้นหลักฐาน WGS 84 ที่ได้จากการนำโครงข่ายของทั้ง 2 หน่วยงานมาปรับแก้ร่วมกัน จากนั้นได้นำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการแปลงค่าพิกัดเป็นค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดีย 1975 โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัว สามารถแยกการวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.2.1 นำผลลัพธ์ที่ได้ทำการแปลงค่าพิกัดเป็นค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดีย 1975 โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัวไปเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างกับ ค่าพิกัด UTM เดิมที่คำนวณได้โดยกรมที่ดิน ซึ่งใช้ค่าตัวแปร 7 ตัว

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าต่างพิกัดของหมุดที่มีการรั้งร่วมกันระหว่าง กรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน โดยใช้หมุดควบคุม 3 หมุด

Station		(1) 7 Parameters		(2) 3 Parameters (NIMA)		DIFF 1 - 2	
พท.ทหาร	กรมที่ดิน	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting
3001	D05175	1700721.420	609059.092	1700723.987	609069.340	-2.567	-10.248
3027	D05182	1630444.877	716358.277	1630446.918	716368.440	-2.041	-10.163
3121	D05159	1728098.260	718328.069	1728100.457	718338.556	-2.197	-10.487
3107	D05069	1913442.317	795337.798	1913444.692	795348.966	-2.375	-11.168
3173	D05116	1756062.204	549363.442	1756065.044	549373.790	-2.840	-10.348
3206	D05047	1949094.331	635072.420	1949097.133	635083.455	-2.802	-11.035
3217	D05067	2027020.431	539545.421	2027023.609	539556.581	-3.178	-11.160
3235	D05040	1905162.432	418417.384	1905165.803	418428.039	-3.371	-10.655
3239	D05108	1848459.000	456396.643	1848462.206	456407.210	-3.206	-10.567
3272	D05003	2206124.013	637792.849	2206127.157	637804.476	-3.144	-11.627
3273	D05008	2157171.724	635088.184	2157174.836	635099.679	-3.112	-11.495
3280	D05009	2144861.692	697715.859	2144864.645	697727.467	-2.953	-11.608
3440	D05246	1380789.445	837291.244	1380790.514	837300.770	-1.069	-9.526
3041	D050191	1654816.592	941370.029	1654817.923	941380.731	-1.331	-10.702
3083	D05088	1907975.345	1056242.581	1907977.009	1056254.238	-1.664	-11.657
3096	D05081	1927701.182	904177.518	1927703.307	904188.907	-2.125	-11.389
3106	D05052	1937702.582	749302.449	1937705.145	749313.747	-2.563	-11.298
3145	D05204	1686627.559	1066219.742	1686628.588	1066230.830	-1.029	-11.088
3146	D05093	1703371.997	1054337.505	1703373.111	1054348.632	-1.114	-11.127
3157	D05126	1783431.448	848891.662	1783433.391	848902.546	-1.943	-10.884
3177	D05110	1803106.409	548295.931	1803109.247	548306.454	-2.838	-10.523
3535	D05145	1723245.580	987112.759	1723246.965	987123.804	-1.385	-11.045
3577	D05127	1785777.156	879667.070	1785778.995	879678.103	-1.839	-11.033
3308	D05267	1237286.619	562455.132	1237297.895	562460.036	-11.276	-4.904
3345	D05292	937050.665	607159.063	937051.865	607166.174	-1.200	-7.111
3349	D05281	995035.119	419881.074	995037.364	419888.097	-2.245	-7.023
3402	D05312	744378.011	732097.525	744379.903	732103.868	-1.892	-6.343
3405	D05131	761837.830	748371.315	761837.352	748379.146	0.478	-7.831
MIN						0.478	-4.904
MAX						-11.276	-11.657
MEAN						-2.458	-10.144
S.D.						1.940	1.783
R.M.S.						3.131	10.300

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างระหว่าง ค่าพิกัด UTM เดิมที่คำนวณได้โดยกรมที่ดิน ซึ่งใช้ค่าตัวแปร 7 ตัวกับค่าพิกัด UTM ที่คำนวณได้โดยใช้โครงข่ายของทั้ง 2 หน่วยงานมาปรับแก้ร่วมกัน โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัว จะพบว่า มีค่าเฉลี่ยในทาง Northing = -1.747 เมตร และทาง Easting = -10.689 เมตร ค่าต่ำสุดในทาง Northing = 0.043 เมตร และทาง Easting = -5.905 เมตร ค่าสูงสุดในทาง Northing = -3.704 เมตร และทาง Easting = -12.900 เมตร ค่า S.D. ในทาง Northing = 1.013 เมตร และทาง Easting = 1.823 ค่า R.M.S. ในทาง Northing = 2.019 เมตร และทาง Easting = 10.844 เมตร เช่นเดียวกับหัวข้อ 4.1.2 ค่าพิกัดมีความแตกต่างกันในระดับ 10 เมตร ด้วยผลของการใช้ชุดตัวแปรคนละชุดกัน

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าพิกัด UTM เดิมที่คำนวณได้โดยกรมที่ดิน ซึ่งใช้ค่าตัวแปร 7 ตัว กับ การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลโดยใช้หมุดควบคุม 3 หมุด มาทำการแปลงค่าพิกัดเป็นค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดียน 1975 โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัว

	Diff- Northing (m.)	Diff- Easting (m.)
MIN	0.043	-5.905
MAX	-3.704	-12.900
MEAN	-1.747	-10.689
S.D.	1.013	1.823
R.M.S.	2.019	10.844

4.2.2 นำผลลัพธ์ที่ได้ทำการแปลงค่าพิกัดเป็นค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐานอินเดียน 1975 โดยใช้ค่าตัวแปร 3 ตัวไปเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างกับค่าพิกัดที่ได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้พิจารณาเลือกหมุดหลักฐานที่ได้มีการรังวัดร่วมกันจริงในงานภาคสนามของแต่ละหน่วยงาน ครอบคลุมทั้งประเทศ ซึ่งมีจำนวน 11 หมุด ดังภาพที่ 4.3 และเป็นหมุดที่มีหมายเลขตรงกับหมุดที่ได้รับการคำนวณปรับแก้จากหน่วยงาน NIMA มาเป็นตัวเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 4.14 จะพบว่า มีค่าเฉลี่ยในทาง Northing = 1.463 เมตรและทาง Easting = -0.310 ค่าต่ำสุดในทาง Northing = 0.000 เมตรและทาง Easting = 0.005 เมตร ค่าสูงสุดในทาง Northing = 9.379 เมตรและทาง Easting = -3.433 เมตร ค่า S.D. ในทาง Northing = 3.270 เมตร และทาง Easting = 1.317 ค่า R.M.S. ในทาง Northing = 3.583 เมตร และทาง Easting = 1.353 เมตร จะเห็นว่าค่าความแตกต่างแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงมาก ยกเว้นในส่วนของภาคใต้คือ หมุด GPS 3308, 3402, 3405 ที่ยังคงมีค่าความแตกต่างสูง

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าพิกัด UTM (NIMA) กับค่าพิกัด UTM ของหมุดที่มีการรังวัดร่วมกันที่ได้จากการประมวลผลโดยการใช้หมุดควบคุม 3 หมุด

หมายเลขหมุด	UTM From NIMA		UTM From Process (Homogenize)		Diff 1-3 (m.)	Diff 2-4 (m.)
	(1) Northing	(2) Easting	(3) Northing	(4) Easting		
D05175(GPS3001)	1700723.987	609069.340	1700723.987	609069.340	-	-
D05067(GPS3217)	2027023.609	539556.581	2027023.609	539556.581	-	-
D05093(GPS3146)	1703373.111	1054348.632	1703373.111	1054348.632	-	-
D05003(GPS3272)	2206127.146	637804.473	2206127.155	637804.533	-0.009	-0.060
D05008(GPS3273)	2157174.822	635099.672	2157174.822	635099.743	0.000	-0.071
D05108(GPS3239)	1848462.220	456407.164	1848462.234	456407.185	-0.014	-0.021
D05116(GPS3173)	1756065.044	549373.706	1756065.049	549373.800	-0.005	-0.094



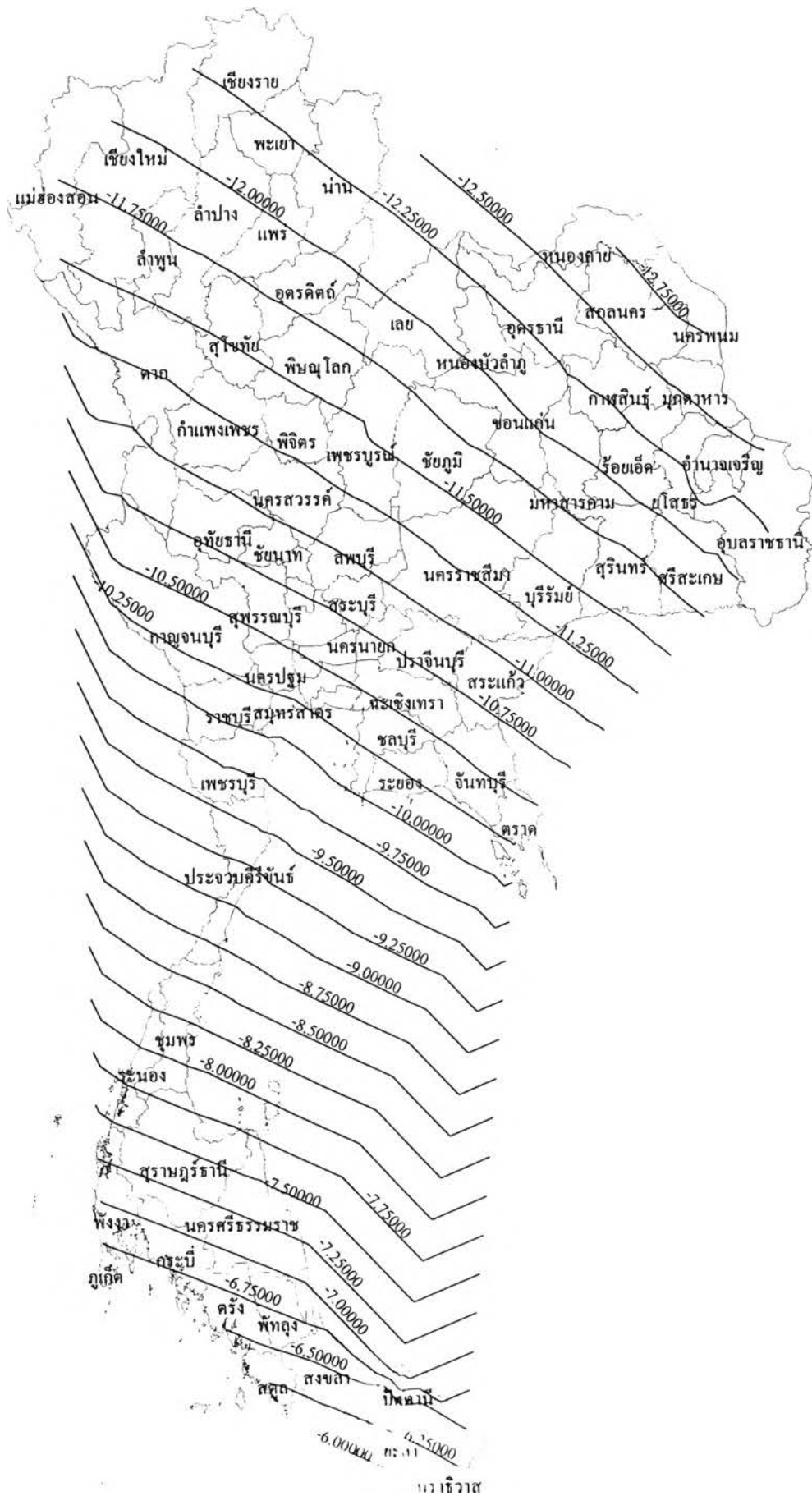
ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

D05204(GPS3145)	1686628.585	1066230.823	1686628.581	1066230.818	0.004	0.005
D05267(GPS3308)	1237298.042	562460.010	1237288.663	562463.443	9.379	-3.433
D05312(GPS3402)	744380.188	732103.760	744378.217	732103.606	1.971	0.154
D05131(GPS3405)	761837.636	748379.036	761837.257	748377.993	0.379	1.043
MIN					0.000	0.005
MAX					9.379	-3.433
MEAN					1.463	-0.310
S.D.					3.270	1.317
R.M.S.					3.583	1.353

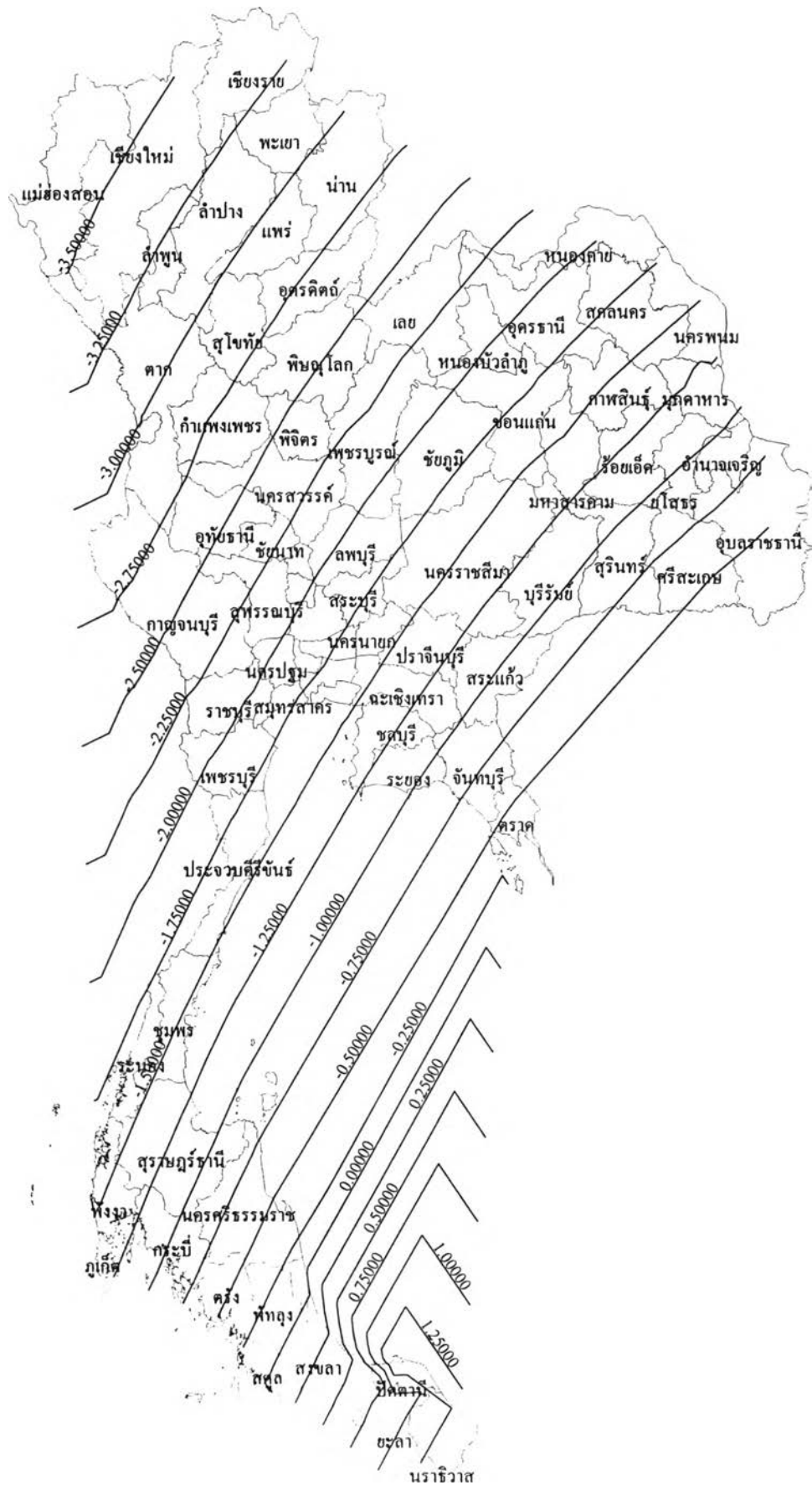
### 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่าย

จากผลลัพธ์ค่าพิกัดที่ประมวลผลมาได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบผลต่าง ดังตารางที่ 4.13 ดูจากค่าทางสถิติของค่าต่างระหว่างการใช้ชุดของค่าตัวแปรคนละชุดกัน ( 7 parameters กับ 3 parameters ) ซึ่งให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่ในชุดของตัวแปรสำหรับการแปลงค่าพิกัดระหว่างพื้นหลักฐาน WGS 84 ไปเป็นพื้นหลักฐานอินเดีย 1975 เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ได้นำข้อมูลค่าพิกัด UTM ที่คำนวณโดยกรมที่ดิน และใช้ชุดตัวแปร 7 ตัว กับ ค่าพิกัด UTM ที่คำนวณโดยนำโครงข่ายของทั้งกรมที่ดินและกรมแผนที่ทหาร มาปรับแก้ร่วมกัน ( homogenize ) แต่ใช้ชุดตัวแปร 3 ตัว จากตาราง ข.2 ( ภาคผนวก ข. ) ไปหาความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Arcview แล้วเขียนออกมาเป็นเส้นชั้นความแตกต่างระหว่างชุดตัวแปร ทั้งในทาง Easting ดังรูปที่ 4.4 และ Northing ดังรูปที่ 4.5

จากผลลัพธ์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นทำให้ทราบว่า โครงข่ายเดิมที่ผ่านการประมวลผลโดย กรมที่ดิน กับ โครงข่ายที่ประมวลผลขึ้นใหม่ ( homogenize ) มีความแตกต่างกันทั้งในด้านของการใช้ชุดตัวแปรคนละชุดกัน คือต่างกันประมาณ 10 เมตร และความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่แฝงอยู่ ซึ่งมีได้ถูกขจัดให้หมดไป มีผลทำให้ความถูกต้องของค่าพิกัดที่ประมวลผลได้มีค่าลดลง



ภาพที่ 4.4 แสดงเส้นชั้นความแตกต่างระหว่างค่าพิกัด UTM ที่คำนวณโดยกรมที่ดิน (7 parameter) กับ ค่าพิกัด UTM ที่ได้จากการปรับแก้โครงข่ายให้เป็นเอกภาพ (3 parameter) ในทาง Easting โดยพิจารณาใช้เฉพาะส่วนที่เป็นพื้นผิวภูมิประเทศ



ภาพที่ 4.5 แสดงเส้นชั้นความแตกต่างระหว่างค่าพิกัด UTM ที่คำนวณโดยกรมที่ดิน ( 7 parameter ) กับ ค่าพิกัด UTM ที่ได้จากการปรับแก้โครงข่ายให้เป็นเอกภาพ ( 3 parameter ) ในทาง Northing โดยพิจารณาใช้เฉพาะส่วนที่เป็นพื้นผิวภูมิประเทศ

#### 4.4 ค่าตัวแปรที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่าย

จากหัวข้อ 4.3 เมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่ายแล้ว นำข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน และ ข้อมูลที่ประมวลผลได้ (ดูภาคผนวก ข. ตาราง ข.2) มาหาค่าตัวแปรระหว่างโครงข่ายทั้ง 2 ซึ่งใช้แบบจำลองของสมการโพลิโนเมียล ในการหาค่าตัวแปร แต่จะใช้แบบจำลองของสมการโพลิโนเมียล degree ที่เท่าไรนั้น ในขั้นต้นพิจารณาจากภาพที่ 4.4 และ 4.5 เมื่อนำมาพิจารณาประกอบกันจะมีลักษณะเป็นรูปพลาโบลา ตามทฤษฎีแล้วควรจะเป็นสมการโพลิโนเมียล second degree ดังนั้นในการหาความสัมพันธ์โดยใช้แบบจำลองของสมการโพลิโนเมียล จึงตั้งสมมติฐานว่าควรจะใช้สมการโพลิโนเมียล second degree ในการหาค่าตัวแปรจะเหมาะสมที่สุด การคำนวณจะเป็นแบบ 2 มิติ กล่าวคือ พิจารณานำเฉพาะค่า Northing กับ Easting มาใช้คำนวณในแบบจำลองโดยไม่นำค่าความสูง หรือ ค่า h มาเกี่ยวข้องในการคำนวณ เนื่องจากระบบแผนที่ของประเทศไทย ใช้วิธีการฉายแผนที่ที่เรียกว่า Universal Transverse Mercator หรือ UTM ดูรายละเอียด Richardus and Adler (1974) โดยผลลัพธ์ค่าตัวแปรที่ประมวลได้นี้จะเป็นค่าตัวแปรที่ใช้แปลงค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters) ไปเป็นค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 4.4.1 การใช้สมการโพลิโนเมียล First Degree

การใช้สมการโพลิโนเมียล first degree หรือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สมการ affine ผลลัพธ์ดังตารางที่ ข.2 (ดูภาคผนวก ข.) มีรูปแบบสมการดังนี้

$$X = Ax + By + C$$

$$Y = Ex + Dy + F$$

constant	X	Y
A,E	1.000002604	-3.22E-06
B,D	4.34E-06	1.000002336
C,F	1.813908824	0.285408651

โดยที่

X คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Easting

Y คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Northing

x คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters ) ในทาง Easting

y คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters ) ในทาง Northing

A,B,C คือ ค่า constant ในสมการ X ตามลำดับ

D,E,F คือ ค่า constant ในสมการ Y ตามลำดับ

มีค่าทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้

	X Residual (m.)	Y Residual (m.)
MIN	-0.002194	-0.000387
MAX	-0.60407	-0.64755
MEAN	0.00000	0.00000
S.D.	0.22397	0.14003
R.M.S.	0.22397	0.14003

จากค่าทางสถิติข้างต้น พบว่าค่า X Residual และ Y Residual ยังอยู่ในระดับที่สูง สมการ affine จึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการหาค่าตัวแปรที่ดีได้

#### 4.4.2 การใช้สมการโพลีโนเมียล Second Degree

การใช้สมการโพลีโนเมียล second degree ผลลัพธ์ดังตารางที่ ข.3 (ดูภาคผนวก ข.) มีรูปแบบสมการดังนี้

$$X = Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F$$

$$Y = Gx^2 + Hy^2 + Ixy + Jx + Ky + L$$

constant	X	Y
A,G	6.76E-13	2.99E-13
B,H	-1.48E-12	-3.70E-13
C,I	-8.17E-13	2.34E-12
D,J	1.000002692	-7.78E-06
E,K	9.09E-06	1.000001923
F,L	-1.285411971	2.336749263

โดยที่

X คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Easting

Y คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Northing

x คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน( 7 parameters) ในทาง Easting

y คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน( 7 parameters) ในทาง Northing

A,B,C,D,E,F คือ ค่า constant ในสมการ X ตามลำดับ

G,H,I,J,K,L คือ ค่า constant ในสมการ Y ตามลำดับ

มีค่าทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้

	X Residual (m.)	Y Residual (m.)
MIN	-0.00012	-0.000001
MAX	-0.08714	-0.04971
MEAN	0.00000	0.00000
S.D.	0.02968	0.01070
R.M.S.	0.02968	0.01070

จากค่าทางสถิติข้างต้น พบว่าค่า X Residual และ Y Residual มีค่าลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับ สมการ affine แสดงให้เห็นว่าสมการพหุนามดีกรีสอง มีความเหมาะสมมากกว่า สมการ affine เนื่องจากค่า residual น้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด

#### 4.4.3 การใช้สมการพหุนามดีกรีสาม Third Degree

การใช้สมการพหุนามดีกรีสาม third degree ผลลัพธ์ดังตารางที่ ข.4 (ดูภาคผนวก ข.) มีรูปแบบสมการดังนี้

$$X = Ax^3 + By^3 + Cx^2 + Dy^2 + Ex^2y + Fxy^2 + Gxy + Hx + Iy + J$$

$$Y = Kx^3 + Ly^3 + Mx^2 + Ny^2 + Ox^2y + Pxy^2 + Qxy + Rx + Sy + T$$

constant	X	Y
A,K	-1.07E-18	3.27E-19
B,L	-1.12E-19	-7.56E-20
C,M	2.20E-12	2.35E-14
D,N	-7.18E-13	-9.49E-14
E,O	5.04E-19	-2.58E-19
F,P	-4.10E-19	8.60E-20
G,Q	-2.08E-13	2.45E-12
H,R	1.000001179	-7.72E-06
I,S	7.80E-06	1.000001514
J,T	-0.349774095	2.513482454

โดยที่

X คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Easting

Y คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Northing

x คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters ) ในทาง Easting

y คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters ) ในทาง Northing

A,B,C,D,E,F ,G,H,I,J คือ ค่า constant ในสมการ X ตามลำดับ

K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T คือ ค่า constant ในสมการ Y ตามลำดับ



มีค่าทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้

	X Residual (m.)	Y Residual (m.)
MIN	-0.000021	-0.000017
MAX	-0.092146	0.050826
MEAN	0.000000	0.000000
S.D.	0.027130	0.009356
R.M.S.	0.027130	0.009356

จากค่าทางสถิติข้างต้น พบว่าค่า X Residual และ Y Residual มีค่าใกล้เคียงอย่างมากเมื่อเทียบกับ สมการพหุนาม degree 2 คือมีค่าสูงสุดของค่า X Residual และค่า Y Residual ต่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่า การใช้สมการพหุนาม degree สูงขึ้นไม่มีความจำเป็น

จากตารางที่ 4.15 เป็นการสรุปเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงค่าทางสถิติต่าง ๆ ที่ได้จากการประมวลผลโดยใช้แบบจำลองของสมการพหุนาม degree ที่สูงนั้นไม่จำเป็นเสมอไปที่จะนำมาใช้ประโยชน์ เพราะถึงแม้ค่าทางสถิติบางค่าจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า แต่ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของการใช้สมการโพลีโนเมียล ในการหาค่าตัวแปรระหว่างค่าพิกัด UTM (7 parameter) กับค่าพิกัดUTM ( 3 parameter )

	First Degree			Second Degree			Third Degree		
	X Residual (m.)	Y Residual (m.)	RMS.error (m.)	X Residual (m.)	Y Residual (m.)	RMS.error (m.)	X Residual (m.)	Y Residual (m.)	RMS.error (m.)
MIN	-0.002194	-0.000387	0.009028	-0.000120	-0.000001	0.000975	-0.000021	-0.000017	0.000622
MAX	-0.604075	-0.647552	0.828194	-0.087137	-0.049714	0.096170	-0.092146	0.050826	0.092207
MEAN	0.000000	0.000000	0.220746	0.000000	0.000000	0.024373	0.000000	0.000000	0.023011
S.D.	0.223973	0.140029	0.144549	0.029681	0.010697	0.019988	0.027130	0.009356	0.017101
R.M.S.	0.223973	0.140029	0.263862	0.029681	0.010697	0.031521	0.027130	0.009356	0.028669

ดังนั้นในการใช้แบบจำลองของสมการโพลีโนเมียล ในการหาค่าตัวแปร สำหรับการวิจัยครั้งนี้จึงสอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ กล่าวคือ สมการโพลีโนเมียล second degree ในการหาค่าตัวแปรระหว่างโครงข่ายทั้ง 2 จะมีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งค่าตัวแปรที่ได้จากสมการดังกล่าวคือ

$$X = Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F$$

$$Y = Gx^2 + Hy^2 + Ixy + Jx + Ky + L$$

constant	X	Y
A,G	6.76E-13	2.99E-13
B,H	-1.48E-12	-3.70E-13
C,I	-8.17E-13	2.34E-12
D,J	1.000002692	-7.78E-06
E,K	9.09E-06	1.000001923
F,L	-1.285411971	2.336749263

โดยที่

X คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Easting

Y คือ ผลลัพธ์ค่าพิกัด UTM ที่ประมวลผลได้ ( 3 parameters ) ในทาง Northing

x คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters ) ในทาง Easting

y คือ ค่าพิกัด UTM จากข้อมูลเดิมของกรมที่ดิน ( 7 parameters ) ในทาง Northing

A,B,C,D,E,F คือ ค่า constant ในสมการ X ตามลำดับ

G,H,I,J,K,L คือ ค่า constant ในสมการ Y ตามลำดับ

#### 4.5 การวิเคราะห์ผลกระทบที่ได้รับ

การทำงานรังวัดดาวเทียมในประเทศไทย มีความจำเป็นที่จะต้องแปลงค่าพิกัดจากพื้นหลักฐานดาวเทียม หรือ ระบบพิกัดอ้างอิงของดาวเทียม ให้เป็นค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานของประเทศไทย ที่งานรังวัดของประเทศใช้เป็นบรรทัดฐานอยู่ และโดยเหตุที่ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นหลักฐานดาวเทียม ( WGS 84 ) และพื้นหลักฐานของประเทศไทย ( INDIAN 1975 ) ยังมิได้มีการดำเนินการอย่างถูกต้องตามหลักวิชา ค่าตัวแปรสำหรับการแปลงค่าพิกัดจึงยังไม่แน่นอน การแปลงค่าพิกัดโดยใช้ค่าตัวแปรต่างชุดกัน จะให้ค่าพิกัด UTM บนพื้นหลักฐาน INDIAN 1975 ที่มีขนาดต่างกันราว 10 เมตร นั้นหมายความว่า จะมีผลกระทบต่อการนำเอาค่าพิกัดไปใช้ประโยชน์อย่างแน่นอน เป็นค่าที่ควรพิจารณาในแง่ของการทำแผนที่ ถ้านำค่าพิกัดไปใช้ในการเขียนแผนที่มาตราส่วนเล็ก เช่น 1 : 50000 ตำแหน่งที่ต่างกัน 10 เมตร จะมีขนาด 0.2 มิลลิเมตร บนแผนที่ ซึ่งอาจจะไม่เห็นความแตกต่างของตำแหน่ง แต่ถ้านำค่าพิกัดมาใช้ในการเขียนแผนที่มาตราส่วนที่ใหญ่ขึ้น เช่น 1 : 5000 จะได้ตำแหน่งที่ต่างกัน 2 มิลลิเมตร และถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วนที่ใหญ่ขึ้นไปอีก คือขนาด 1 : 1000 ซึ่งภาคเอกชนนำไปใช้ในงานวิศวกรรมแล้วนั้นตำแหน่งบนแผนที่จะต่างกันถึง 1 เซนติเมตร ถือว่าเป็นความแตกต่างกันอย่างมากซึ่งมองเห็นได้อย่างชัดเจน สิ่งนี้ย่อมก่อปัญหาต่อไปในอนาคต ถ้าหากแต่ละหน่วยงานต่างเลือกใช้ชุดของค่าตัวแปรคนละชุดกัน เพราะแผนที่ที่จัดทำขึ้นโดยต่างหน่วยงานไม่สามารถนำมาประสานให้ต่อเนื่องกันได้