

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล

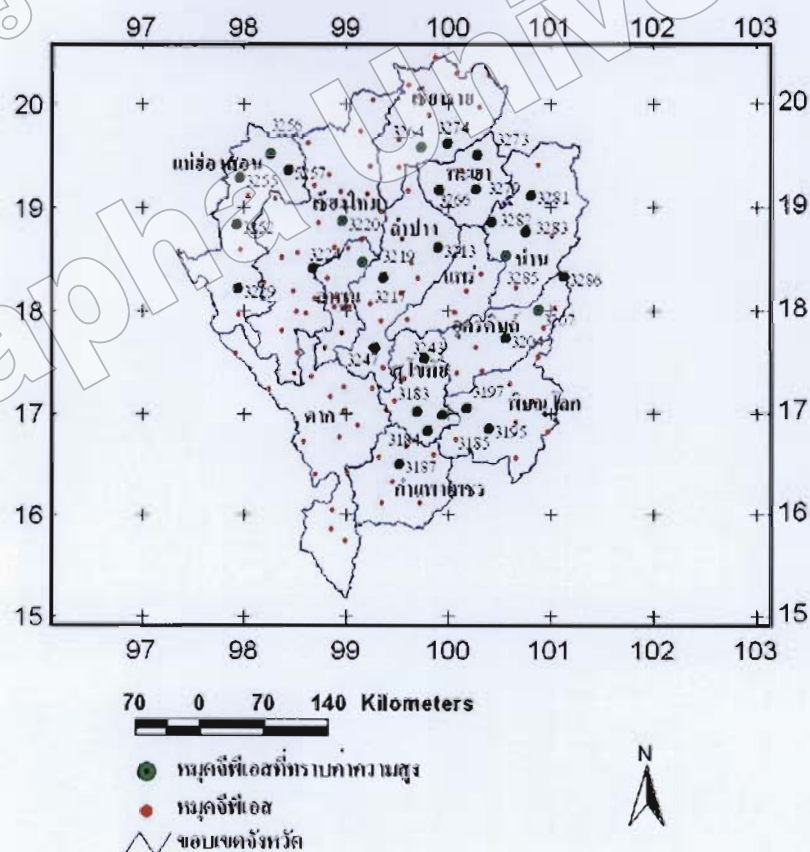
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. หมดหลักฐานดาวเทียมจีพีเอส

เป็นหมดในโครงข่ายหมดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร ทำการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมโดยกองขี้อเดซีและขี้อพีลิกส์ กรมแผนที่ทหารโดยสามารถแยกออกได้ดังนี้

1.1 โครงข่ายในภาคเหนือ จะประกอบไปด้วยหมดหลักฐานทางราบจำนวน 125 หมด ประกอบเป็นโครงข่าย (ภาพที่ 38) และทำการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมโดยกองขี้อเดซีและขี้อพีลิกส์ กรมแผนที่ทหาร

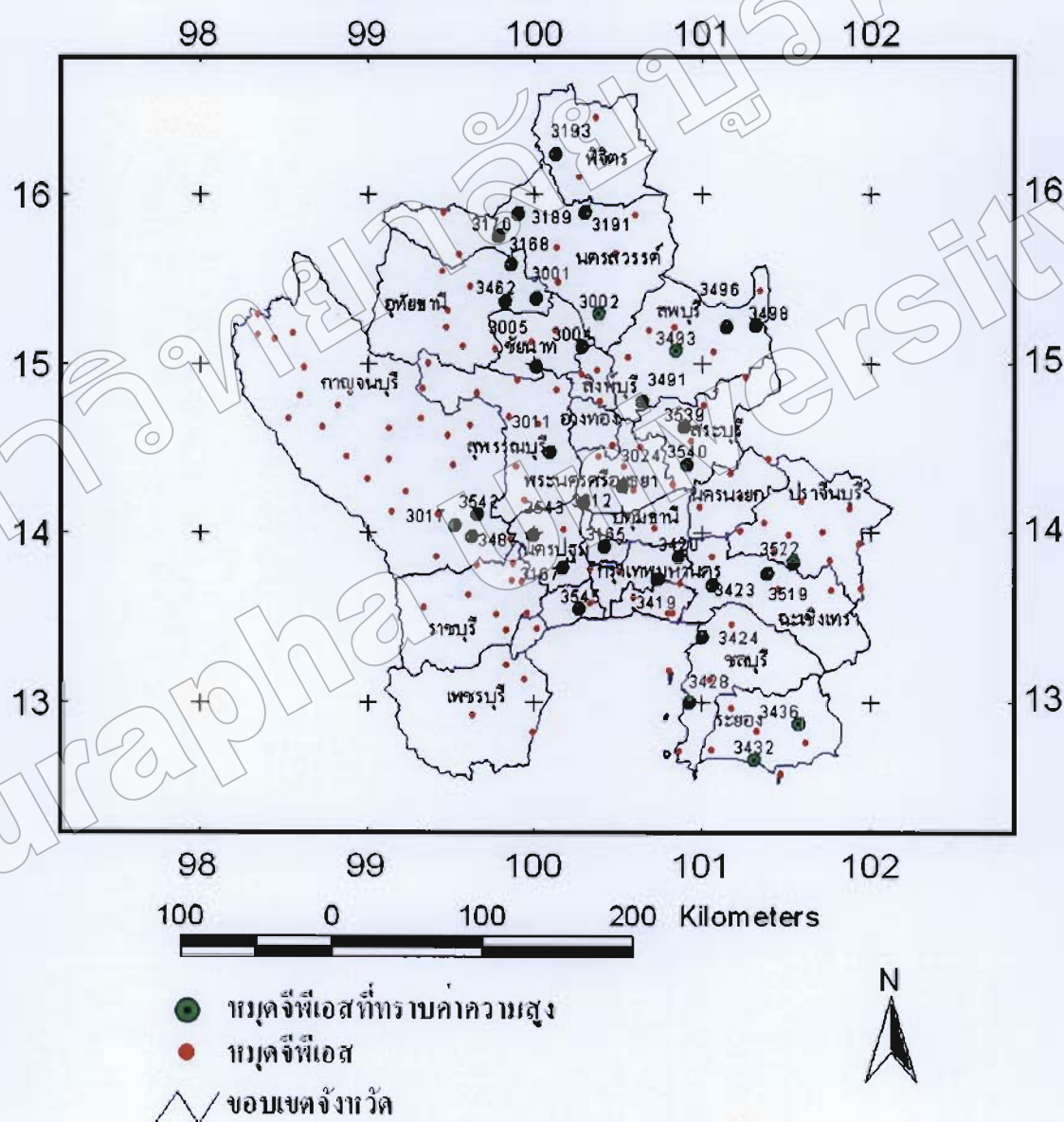
แผนที่แสดงที่ตั้งหมดจีพีเอสในพื้นที่ภาคเหนือ



ภาพที่ 38 ตำแหน่งของหมดจีพีเอสในภาคเหนือ (กองขี้อเดซีและขี้อพีลิกส์, 2548)

1.2 โครงข่ายในภาคกลาง จะประกอบไปด้วยหมวดหลักฐานทางราบจำนวน 149 หมวด ประกอบเป็นโครงข่าย (ภาพที่ 39) และทำการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมโดยกองขี้อเคซีและ ขี้อฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร

แผนที่แสดงที่ตั้งหมวดจีพีเอสในพื้นที่ภาคกลาง



ภาพที่ 39 ตำแหน่งของหมวดจีพีเอสในภาคกลาง (กองขี้อเคซีและขี้อฟิสิกส์, 2548)

2. ค่าระดับสูง เป็นค่าความสูงที่ได้จากการรังวัดระดับด้วยกล้องระดับ โดยกรมแผนที่ทหาร ได้รังวัดเชื่อมโยงค่าระดับสูงจากหมุดหลักฐานการระดับมายังหมุดดาวเทียมจีพีเอส ทำให้หมุดดาวเทียมจีพีเอสมีค่าความสูงออร์โทเมตริก ซึ่งจะพิจารณาเลือกใช้เป็นจุดควบคุมค่าระดับสูง หรือให้มีค่าคงที่ ในขั้นตอนการประมวลผล และบางส่วนใช้เป็นค่าอ้างอิง ในการศึกษาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ภายหลังจากการประมวลผล หลักเกณฑ์การเลือกหมุดหลักฐาน คือ

2.1 เป็นหมุดหลักฐานทางดิ่งที่เป็นส่วนหนึ่งในโครงข่ายหลักของหมุดหลักฐานจีพีเอส กรมแผนที่ทหาร กล่าวคือ เป็นหมุดเดียวกันกับหมุดจีพีเอสที่มีค่าระดับสูงที่ได้จากการรังวัดระดับด้วยกล้องระดับ โดยกรมแผนที่ทหาร

2.2 หมุดระดับที่เลือกกระจายครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลาง

2.3 หมุดระดับในภาคเหนือมีค่าระดับสูงแตกต่างกันมาก เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศในภาคเหนือเป็นภูเขาสูงสลับกับที่ราบ โดยในภาคเหนือมีหมุดต่ำสุด 45.078 เมตร และสูงสุด 613.599 เมตร เปรียบเทียบให้เห็นตามตารางที่ 1 และ ภาพที่ 40

ตารางที่ 1 จุดควบคุมทางดิ่งที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาในภาคเหนือ (กองขี้ออดซ์และขี้ออฟฟิศ, 2550)

หมายเลข	ค่าระดับสูงเหนือ ระดับทะเลปานกลาง (เมตร)	ค่าพิกัด	
		ค่าเหนือ (ละติจูด)	ค่าตะวันออก(ลองจิจูด)
3183	59.450	17.01962	99.70472
3184	47.168	16.83430	99.80013
3185	45.078	16.50769	99.52066
3187	82.213	16.84600	100.40161
3195	228.059	17.04585	100.18064
3197	52.677	17.72946	100.56430
3204	90.608	17.99979	100.88210
3207	223.065	18.60779	99.90750
3213	323.565	18.31947	99.37250
3217	278.026	18.46296	99.16379

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หมายเลข	ค่าระดับสูงเหนือ ระดับทะเลปานกลาง (เมตร)	ค่าพิกัด	
		ค่าเหนือ (ละติจูด)	ค่าตะวันออก(ลองจิจูด)
3219	407.697	18.86114	98.96528
3220	318.318	18.41389	98.67722
3224	285.443	18.21096	97.94040
3229	291.819	17.63546	99.28624
3243	72.287	18.83185	97.93647
3247	167.425	19.57804	99.74451
3252	613.599	19.16742	99.91584
3255	235.490	19.50742	100.28429
3256	606.047	19.61592	99.99652
3257	497.747	20.27468	100.08636
3264	416.096	20.25604	100.40482
3266	392.926	20.43342	99.88027
3273	394.143	19.11700	100.81823
3274	408.800	16.98548	99.94306
3279	301.943	17.52865	99.77278
3281	230.189	18.32380	101.13680
3282	353.610	18.52423	100.56412
3283	198.916	18.76099	100.75973
3285	320.967	18.85053	100.43089
3286	498.867	19.17029	100.27867



ภาพที่ 40 แสดงความสูงออร์โทเมตริกของหมุดจีพีเอสในภาคเหนือ

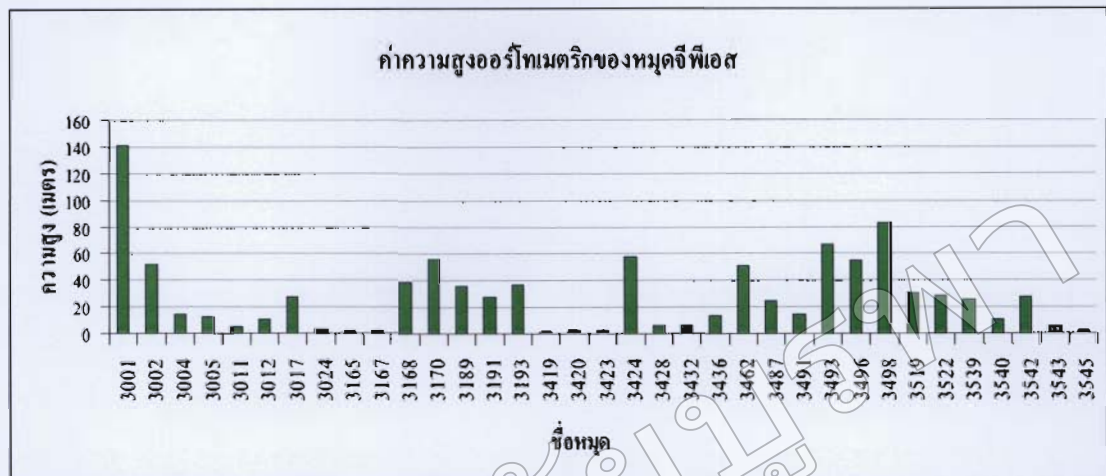
2.4 หมุดระดับในภาคกลางจะมีค่าระดับสูงไม่ต่างกันมาก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ โดยหมุดที่ต่ำสุดสูง 0.680 เมตร และสูงสุด 141.139 เมตร เปรียบเทียบให้เห็นตามตารางที่ 2 และ ภาพที่ 41

ตารางที่ 2 จุดควบคุมทางดิ่งที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาในภาคกลาง (กองช็อดเคซึและช็อดฟัสกึ, 2550)

หมายเลข	ค่าระดับสูงเหนือ ระดับทะเลปานกลาง (เมตร)	ค่าพิกัด	
		ค่าเหนือ (ละติจูด)	ค่าตะวันออก(ลองจิจูด)
3001	141.139	15.38376	100.01320
3002	51.057	15.29277	100.38710
3004	14.256	15.09993	100.28730
3005	12.047	14.98412	100.01060
3011	5.027	14.47362	100.09660
3012	9.997	14.17193	100.29880
3017	27.347	14.03610	99.52655
3024	3.233	14.27481	100.52870

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หมายเลข	ค่าระดับสูงเหนือ ระดับทะเลปานกลาง (เมตร)	ค่าพิกัด	
		ค่าเหนือ (ละติจูด)	ค่าตะวันออก (ลองจิจูด)
3165	2.114	13.91511	100.42296
3167	2.119	13.78813	100.17178
3168	38.296	15.58498	99.85904
3170	54.914	15.75011	99.78910
3189	35.314	15.88371	99.90337
3191	26.842	15.88780	100.30083
3193	36.507	16.23311	100.12748
3419	0.680	13.72427	100.73789
3420	2.358	13.37993	101.00428
3423	1.922	12.99568	100.92877
3424	57.355	12.66078	101.31287
3428	5.986	12.87215	101.58330
3432	5.594	13.97394	99.63081
3436	13.035	13.82646	101.54928
3462	50.114	13.54417	100.27421
3487	24.451	13.85264	100.85892
3491	13.724	13.68795	101.06666
3493	66.814	13.75878	101.38458
3496	53.860	15.21996	101.14696
3498	82.117	15.22379	101.32134
3519	30.565	15.07424	100.84466
3522	28.605	14.77500	100.64861
3539	24.671	14.62061	100.89261
3540	9.627	14.40266	100.91134
3542	27.229	13.98354	99.99578
3543	5.208	14.10852	99.66648
3545	1.738	15.36852	99.82641



ภาพที่ 41 แสดงความสูงออร์โทเมตริกของหมุดจีพีเอสในภาคกลาง

3. แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM96 ในการศึกษานี้ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์จาก กรมแผนที่ทหารที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ (National Imagery and Mapping Agency : NIMA) แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM96 เป็นเพิ่มข้อมูลความสูงจีออยด์แบบกริด ทำให้สามารถประยุกต์แบบจำลองความสูงจีออยด์ ในขั้นตอนการประมวลผลได้ทันที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปประมวลผลข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ ดังนี้

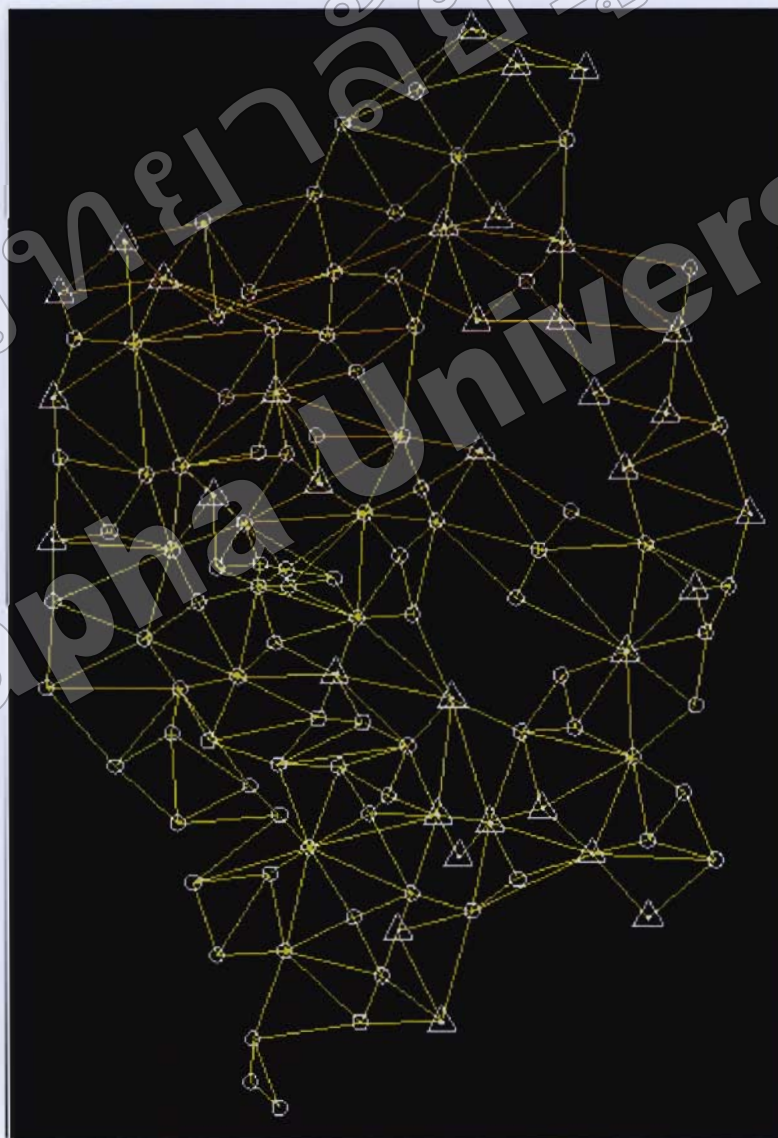
1. โปรแกรม SPSS v.15 (Product demos, n.d.) เป็นโปรแกรมทางด้านสถิติ นำมาใช้เพื่อตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของค่าความสูงออร์โทเมตริกที่ได้จากการประยุกต์ใช้การรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอสกับความสูงออร์โทเมตริกที่ได้จากการทำระดับ (ชัชวาล เรื่องประพันธ์, 2543) ผลที่ได้จากการทดสอบสถิติตามผนวก ค

2. โปรแกรม Trimble Geomatics Office (TGO) v.1.5 (Trimble Navigation Limited, 2002) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปของบริษัท Trimble ใช้ในการประมวลผลข้อมูลการรังวัดดาวเทียมจีพีเอส และการคำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดดาวเทียมจีพีเอส รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM96 ได้ ทำการประมวลผลและคำนวณปรับแก้โครงข่ายโดยเจ้าหน้าที่กองขี้อัดและขี้ออฟฟิศ กรมแผนที่ทหาร

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ข้อมูลการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส และค่าความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่ง
2. การสร้างโครงข่าย เป็นการสร้างโครงข่ายหมุดดาวเทียมจีพีเอส คือนำข้อมูลการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอสมาสร้างเป็นโครงข่ายเพื่อใช้ในการปรับแก้โครงข่าย โดยโครงข่ายในภาคเหนือเมื่อนำมาสร้างเป็นโครงข่ายตามภาพที่ 42 และโครงข่ายภาคกลางตามภาพที่ 43



ภาพที่ 42 โครงข่ายจีพีเอสในพื้นที่ภาคเหนือ (กองบิออเดซีและบิออฟิสิกส์, 2548)



ภาพที่ 43 โครงข่ายจีพีเอสในพื้นที่ภาคกลาง (กองอำนวยการและอำนวยการ, 2548)

3. การปรับแก้โครงข่ายแบบอิสระ เป็นการปรับแก้โครงข่ายในขั้นต้น โดยใช้จุดบังคับเพียงจุดเดียว เพื่อทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของค่ารังวัด เช่น สภาพระชาคนิตดาวเทียม ความต่อเนื่องของการรับสัญญาณ

4. การวิเคราะห์ผลขั้นต้น เป็นขั้นตอนวิเคราะห์ผลจากการคำนวณ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ หรือความคลาดเคลื่อนของค่ารังวัด ซึ่งจะส่งผลต่อโครงข่าย โดยตรวจสอบว่ามีค่ารังวัด หรือเส้นฐานที่ไม่ดี แฝงอยู่ในโครงข่ายหรือไม่ ถ้ามีก็ทำการแก้ไขเพื่อให้ได้เส้นฐานที่ดี

5. การประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออซด์ EGM96 สาเหตุที่ต้องใช้แบบจำลองความสูง จีออซด์ EGM96 เนื่องจากแบบจำลองความสูงนี้ ขณะนี้กรมแผนที่ทหารซึ่งเป็นหน่วยงานทำแผนที่ประเทศไทยยังใช้งานอยู่ และแบบจำลองความสูงแบบอื่นที่ใหม่กว่ายังไม่ได้นำมาใช้งานอย่างเป็นทางการ ดังนั้นจึงยังถือว่าแบบจำลองความสูง EGM96 ถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยจะใช้โปรแกรม TGO v.1.5 คำนวณปรับแก้โครงข่ายหมุดหลักฐานทางราบ ร่วมกับประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออซด์ ผลที่ได้จากการคำนวณปรับแก้โครงข่าย คือค่าพิกัดทั้งทางราบและทางตั้งของหมุด โดยค่าทางตั้งที่ได้จะเปลี่ยนจากอยู่เหนือทรงรีมาอยู่เหนือจีออซด์

6. การกำหนดค่าคงที่ของหมุดควบคุม เป็นการกำหนดค่าคงที่ทางตั้งให้กับหมุดที่จะใช้เป็นจุดควบคุมโครงข่ายสำหรับการศึกษา โดยหมุดที่ควบคุมทางตั้งจะเลือกใช้จำนวนและตำแหน่งที่ต่างกันเพื่อหาจำนวนที่เหมาะสม โดยการกำหนดจุดควบคุมทางตั้งอาศัยหลักการค่าพิกัดของจีพีเอสทั้งพิกัดทางราบและพิกัดทางตั้ง ค่าพิกัดตั้งที่ได้จากการประมวลผลจากจีพีเอสเป็นความสูงเหนือรูปทรงรี ไม่ใช่ค่าความสูงออร์โทเมตริก เพื่อให้ค่าความสูงที่ได้จากการประมวลผลโครงข่ายเป็นความสูงออร์โทเมตริกจึงให้ค่าความสูงที่ทราบค่าเข้าไปในขั้นตอนประมวลผล ร่วมกับแบบจำลองความสูงจีออซด์ ผลที่ได้หมุดจีพีเอสที่ไม่ได้กำหนดค่าความสูงเมื่อประมวลผลเสร็จจะได้ค่าความสูงออร์โทเมตริก ในการกำหนดค่าคงที่ให้กับหมุดควบคุมทางตั้งจะอาศัยหลักดังนี้

6.1 ในด้านจำนวน จะใช้การกำหนดค่าคงที่ให้กับหมุดจีพีเอส โดยจะเริ่มจากการกำหนดจุดควบคุมเพียงจุดเดียว จากนั้นก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกว่าจะได้ค่าความสูงออร์โทเมตริกที่เหมาะสมที่สุด

6.2 ในด้านตำแหน่งหรือความเหมาะสม เมื่อหมุดที่ควบคุมทางตั้งเพิ่มขึ้นการเลือกหมุดที่จะทำการควบคุมก็จะทำการคัดเลือกในตำแหน่งที่ต่างกันอย่างออกไป เช่น ในพื้นที่ภาคเหนือ ในการกำหนดจุดควบคุมทางตั้ง 4 จุด จะทำการเลือกโดย

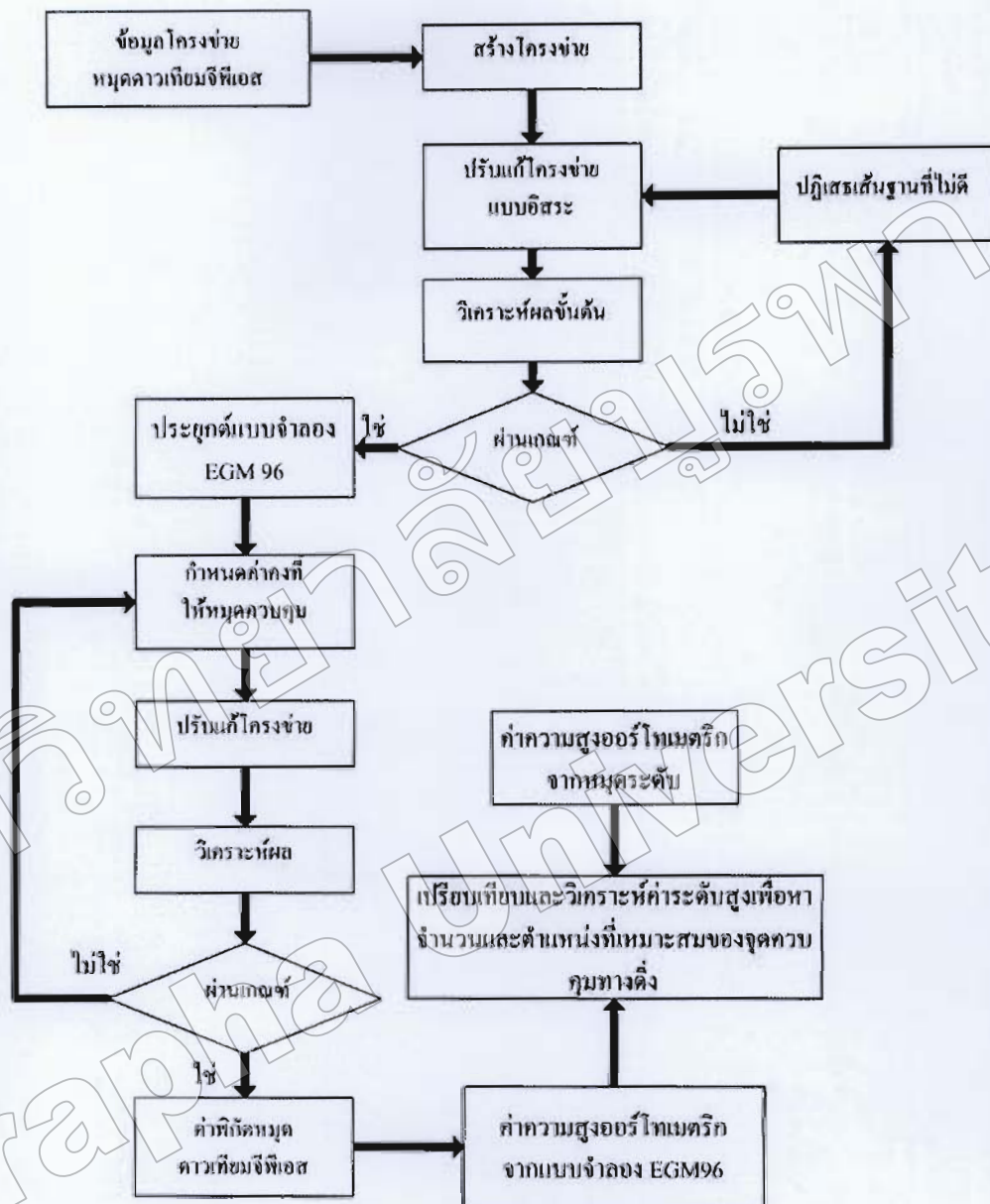
6.2.1 พิจารณาการกระจายตัวของหมุด เช่น หมุดทั้ง 4 อาจจะอยู่ที่บริเวณตรงกลางของพื้นที่ อยู่ตามขอบของพื้นที่ อยู่ในลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม โดยอยู่ที่มุมของสี่เหลี่ยม หรืออยู่ในลักษณะเป็นสามเหลี่ยม โดยมีสามหมุดอยู่ที่มุมและหนึ่งหมุดอยู่ที่ตรงกลาง

6.2.2 กำหนดตามตำแหน่งความสูงของหมุด พิจารณาความเป็นไปได้ของหมุดทั้ง 4 หมุด อาจจะอยู่ที่ความสูงใกล้เคียงกันทั้งสี่หมุด โดยแยกออกอีกเป็นอยู่ในระดับต่ำ กลาง หรือสูง หรือหมุดทั้ง 4 อยู่ที่ความสูงแตกต่างกัน เพื่อให้ได้ค่าความสูงออร์โทเมตริกจากการรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอสใกล้เคียงกับค่าความสูงออร์โทเมตริกที่ได้จากการรังวัดด้วยกล้องระดับมากที่สุด

7. การปรับแก้โครงข่าย (Network Adjustment) เป็นขั้นตอนการปรับแก้โครงข่ายในขั้นสุดท้าย ถ้าที่ออกมาเป็นระบบพิกัดสามมิติ และค่าพิกัดตั้งที่ได้เป็นค่าความสูงออร์โทเมตริก

8. การวิเคราะห์ผลขั้นสุดท้าย เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ผลจากการปรับแก้โครงข่ายในขั้นสุดท้าย ก่อนที่จะนำค่าพิกัดที่ได้ไปใช้ โดยดูรายงานผลการปรับแก้จากโปรแกรม TGO ว่ามีเส้นฐานที่ไม่ผ่านการปรับแก้หรือไม่ ตรวจสอบค่าทางสถิติของหมุดหลักฐานผ่านตามเกณฑ์การปรับแก้ของโปรแกรมหรือไม่ หากไม่ผ่านต้องทำการปรับแก้ใหม่

9. เปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าระดับสูง เมื่อผลการปรับโครงข่ายผ่านเกณฑ์งานของการปรับแก้โครงข่ายแล้ว ค่าที่ได้จากการปรับแก้เป็นค่าพิกัดสามมิติ โดยในที่นี้สนใจค่าทางคิ่ง ซึ่งเป็นค่าความสูงจีโออยด์ หรือความสูงของจุดในภูมิประเทศเหนือพื้นผิวจีโออยด์ตามแนวเส้นคิ่ง จากนั้นนำค่าระดับสูงที่ได้จากการปรับแก้โครงข่ายจีพีเอส เปรียบเทียบค่าระดับสูงที่ได้จากการระดับ โดยในการเปรียบเทียบค่าระดับสูงในขั้นตอนนี้ใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งเป็นโปรแกรมทางด้านสถิติ ซึ่งทำการเปรียบเทียบค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับ และค่าความสูงที่ได้จากการประมวลผล เพื่อหาว่าค่าที่ได้ทั้งสองนั้นแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบทางสถิติ T (Paired-Samples T Test) โดยกำหนดให้ค่าความน่าเชื่อถือที่ 95 % พร้อมทั้งตรวจสอบเกณฑ์ของค่าระดับสูงที่ได้ โดยใช้เกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 ($\pm 12 \text{ มม.} \cdot \sqrt{k}$ โดยที่ k คือระยะทางระหว่างหมุดหน่วยเป็นกิโลเมตร) จะทำการตรวจสอบโดยตรวจสอบค่าที่ได้จากการประมวลผล อ้างอิงกับค่าระดับสูงที่ได้จากการทำระดับ ขั้นตอนการศึกษาสามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังภาพที่ 44



ภาพที่ 44 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา