

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของค่าพิกัด GPS ในระบบปรับแก้ผลต่างได้แก่ หมู่หลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่ 1 หรือหมู่ชั้นรองของ กรมแผนที่ทหารที่ทราบค่าพิกัดแล้วมีจำนวนทั้งสิ้น 94 หมู่ รวมกับหมู่หลักฐานในโครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาค พื้นดิน (GCP) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (สทอภ.) พื้นที่ภาคตะวันออกมีจำนวนทั้งสิ้น 152 หมู่ ซึ่งหมู่แต่ละประเภทมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

คุณลักษณะของหมู่หลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่ 1 ของกรมแผนที่ทหาร (กองขี้อัดและขี้ออฟฟิศ, 2550)

1. ทำการรังวัดด้วยเครื่องมือหาค่าพิกัด GPS ยี่ห้อ Trimble รุ่น 4000SSE, 4800 , 5700 , 5800Base และ 5800Rover ทำการรังวัดสัญญาณดาวเทียม GPS ทั้งสองความถี่ (L1/L2) พร้อมกัน รับสัญญาณดาวเทียมเป็นจำนวนอย่างน้อย 4 ดวง มุมเปิดรับสัญญาณ 15 องศาโดยมีห้วงเวลารังวัดแต่ละครั้งไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที

2. ระยะห่าง (เวกเตอร์) ระหว่างเครื่องมือหาค่าพิกัด GPS มีค่าประมาณ 20 – 100 กิโลเมตร

3. ความละเอียดถูกต้องของแต่ละเวกเตอร์ที่คำนวณได้ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 เซนติเมตร

4. ค่าความคลาดเคลื่อนของวงบรรจบไม่เกิน 1 PPM (Part per Million) ค่าความต่างของการรังวัดเวกเตอร์ซ้ำมีค่าไม่เกิน 10 เซนติเมตร

5. การคำนวณปรับแก้โครงร่างของหมู่หลักฐานดาวเทียม GPS กระทำพร้อมกัน มีค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละหมู่ไม่เกิน 5 เซนติเมตร

คุณลักษณะของหมู่หลักฐานในโครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของ สทอภ. มีดังต่อไปนี้ (กองขี้อัดและขี้ออฟฟิศ, 2550)

เกณฑ์ความละเอียดถูกต้องของการสำรวจด้วยดาวเทียม GPS ได้ปฏิบัติตามระเบียบกอง ขี้อัดและขี้ออฟฟิศว่าด้วยการสำรวจวงหมู่หลักฐานทางราบและทางตั้ง พ.ศ. 2539 ในเกณฑ์ งานชั้น C (Terrestrial Based Survey) ซึ่งใช้ในงานขยายโครงข่ายหมู่หลักฐาน กำหนดจุดบังคับ

รูปถ่ายทางอากาศ การรังวัดแบ่งแปลงที่ดินและงานรังวัดทางวิศวกรรมทั่วไป ความคลาดเคลื่อนตามระยะเส้นฐานไม่เกิน 10 PPM

วิธีการรังวัดปฏิบัติตามมาตรฐานของข้อตกลงการปฏิบัติงาน โครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดินระหว่าง สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) และกรมแผนที่ทหาร ดังนี้

1. โครงข่ายจุดควบคุมภาคพื้นดิน จะต้องมีการโยงยึดกับหมุดหลักฐานในโครงข่าย GPS ของกรมแผนที่ทหาร
2. การหาตำแหน่งของจุดควบคุมภาคพื้นดินของภาพถ่ายความเทียม ได้จากการรังวัดสัญญาณดาวเทียม GPS แบบสถิต (Static Survey) หรือแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Fast Static Survey)
3. มีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่ใช้ทำงานพร้อมกันครั้งละ ไม่น้อยกว่า 3 เครื่อง
4. รับสัญญาณจากกลุ่มดาวเทียม ไม่น้อยกว่า 4 ดวงพร้อมกัน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 20 นาทีโดยมีค่า PDOP (Position Dilution Of Precision) ไม่เกิน 7
5. มุมกันท้องฟ้า (Mask angle) ของเครื่องรับ ไม่น้อยกว่า 12 องศา
6. อัตราการรับข้อมูลดาวเทียมและบันทึกสูงสุด ไม่มากกว่า 30 วินาที
7. จำนวนเส้นฐานที่ได้จากการรังวัดอิสระของห้วงเวลาต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 2 ด้าน
8. จำนวนเส้นฐานในแต่ละวงบรรจบ ไม่มากกว่า 10 เส้น

การประมวลผลและปรับแก้โครงข่ายจุดควบคุมภาคพื้นดิน ปฏิบัติตามมาตรฐานของข้อตกลงการปฏิบัติงาน โครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน ระหว่าง สทอภ. และ กรมแผนที่ทหาร ดังนี้

1. ซอฟต์แวร์ประมวลผล สามารถนำข้อมูลการรับสัญญาณทั้งสองความถี่มาประมวลผลให้ได้ความยาวของเส้นฐานที่มีความถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องมือ รวมทั้งให้ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของเส้นฐานที่คำนวณได้ ผ่านเกณฑ์ยอมรับที่กำหนดตามมาตรฐานของซอฟต์แวร์
2. เส้นฐานที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับแล้ว เมื่อนำมาประกอบกันเป็นวงบรรจบจะต้องมีความคลาดเคลื่อนบรรจบเฉลี่ย ไม่มากกว่า 10 ppm. มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดในแต่ละวงบรรจบ ไม่มากกว่า 15 ppm.
3. โครงข่ายที่ได้รับการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนบรรจบแล้วให้นำมาปรับแก้โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square) โดยการโยงยึดเข้ากับหมุดหลักฐานในโครงข่าย GPS ของกรมแผนที่ทหาร โดยคำนวณบนพื้นหลักฐาน WGS84 และแปลงค่าพิกัดเป็นพื้นหลักฐาน Indian 1975

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

หมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งสิ้น 39 หมุด กำหนดให้สถานีอ้างอิงคือ สถานีผังเมืองพระราม 9 และหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่จะทำการทดสอบจำนวน 38 หมุด โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังต่อไปนี้ (กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแสดงในภาคผนวก ก-1)

1. หมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่ 1 ของกรมแผนที่ทหาร คัดเลือกจากหมุดที่ได้รับการรังวัดตรวจสอบค่าพิกัดภายหลังการเกิดธรณีพิบัติภัยขึ้นแล้ว โดยหมุดหลักฐานที่ผ่านการคัดเลือกต้องอยู่ในรัศมีไม่เกิน 300 km จากสถานีอ้างอิง หมุดที่ผ่านการคัดเลือกมีจำนวน 15 หมุดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หมุดหลักฐานชั้นที่ 1 ที่ใช้ในการวิจัย (กองข้อมูลและข้อมูลฟิสิกส์, 2551)

ลำดับ	หมายเลข	ค่าพิกัดบนพื้นหลักฐาน WGS-84	
		ค่าเหนือ (Northing)	ค่าตะวันออก (Easting)
1	3009	1618019.501	609756.416
2	3427	1451362.792	721666.287
3	3435	1390736.537	767405.095
4	3436	1411366.797	783949.890
5	3452	1492449.619	842834.497
6	3492	1679146.218	680049.342
7	3515	1564613.122	810496.099
8	3519	1522324.727	757845.661
9	3539	1617213.934	703857.177
10	3654	1657068.292	539021.259
11	3659	1378995.118	850248.969
12	3660	1547731.980	554289.478
13	3661	1503378.501	583851.988
14	3662	1456461.708	609633.031
15	3663	1428655.808	576929.833

2. หนดหลักฐานในโครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน(GCP)ของ สทอภ. พื้นที่ภาคตะวันออก คัดเลือกจากหมุดที่อยู่ในรัศมีไม่เกิน 300 km จากสถานีอ้างอิง สกัดไว้บนถนนคอนกรีตหรือถนนลาดยาง หมุดที่ผ่านการคัดเลือกมีจำนวน 23 หมุดดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จุดควบคุมภาคพื้นดิน(GCP) ของ สทอภ. (กองขี้อเคซ์และขี้อพีลิกส์, 2550)

ลำดับ	หมายเลข	ค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานWGS-84	
		ค่าเหนือ (Northing)	ค่าตะวันออก (Easting)
1	26332200	1534179.642	675299.699
2	26332201	1574826.792	704595.569
3	26332206	1577453.220	689758.840
4	26332208	1572904.319	738015.778
5	26332300	1521791.481	695710.237
6	26332301	1502699.022	670225.866
7	26332302	1493089.499	699561.444
8	26332305	1522476.117	655010.445
9	26332306	1461889.072	711538.084
10	26332308	1499121.630	719296.101
11	26432201	1535998.315	780978.217
12	26432202	1523913.989	747350.564
13	26432215	1551654.163	785588.863
14	26432303	1479508.770	743612.894
15	26432310	1466137.659	760681.216
16	26432411	1409195.430	742184.522
17	26432502	1402383.908	746546.836
18	26432504	1403204.104	723658.819
19	26432508	1428588.853	703267.951
20	26532401	1414517.457	793995.093
21	26532501	1399990.677	773510.101
22	26632501	1398623.909	818264.395
23	26632503	1409529.912	801968.308

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องหาค่าพิกัด GPS แบบนำหน

เนื่องจากจุดควบคุมภาคพื้นดิน(GCP) ของ สทอภ. ซึ่งถือเป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ถูกฝังตัวค่าพิกัดเบื้องต้นก่อนวางหมุดหลักฐานถาวรด้วยเครื่องหาค่าพิกัด GPS แบบนำหนยี่ห้อ Magellan รุ่น Promark X-CM ด้วยวิธีการรังวัดแบบสัมบูรณ์ทั้งหมด ดังนั้นในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจึงเลือกใช้เครื่อง GPS แบบนำหนยี่ห้อ Magellan รุ่น Promark X-CM เช่นกันเนื่องจากเป็นเครื่อง GPS ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ GPS แบบนำหนส่วนใหญ่ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และมีราคาไม่สูงมาก ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก GPS แบบนำหนในด้านต่างๆ ได้ เครื่อง GPS แบบนำหนยี่ห้อ Magellan รุ่น Promark X-CM ดังภาพที่ 28 มีคุณลักษณะดังนี้

คุณลักษณะเฉพาะ

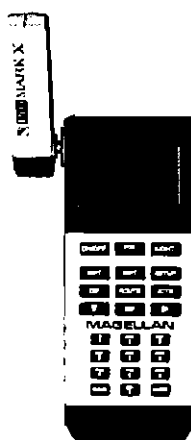
มีช่องรับสัญญาณคลื่นพาห์ L1 จำนวน 10 ช่อง

สามารถรับค่าแก้ไขในรูปแบบ RTCM ได้

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS และเสาอากาศรวมอยู่ด้วยกัน (สามารถต่อจานรับสัญญาณภายนอกได้)

มีช่องต่อเชื่อมข้อมูล (NMEA) แบบขนาน DB-9 ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์สำหรับการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น Pen Pad, Palm หรือ Lap Top ได้

ความถูกต้องของค่าพิกัดที่ 1-5 เมตร เมื่อใช้ร่วมกับเสาอากาศแบบภายนอก

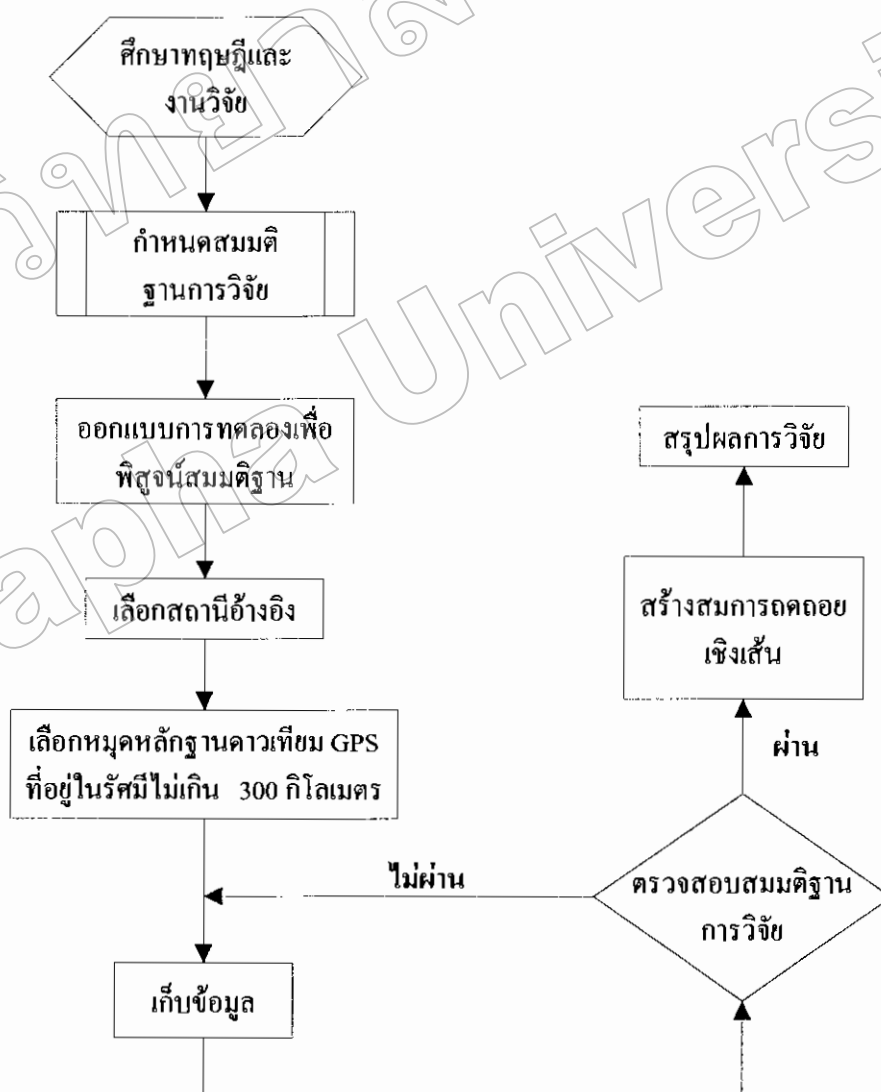


ภาพที่ 28 เครื่องหาค่าพิกัด GPS แบบนำหนยี่ห้อ Magellan รุ่น Promark X-CM (Promark2, 2009)

2. แผนที่ภูมิประเทศ ลำดับชุด L7018 มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
หมายเลขระวาง 5036I, 5134I, 5135I, 5135II, 5136I, 5136III, 5136IV, 5137I, 5137II,
5234II, 5234III, 5235I, 5236I, 5236III, 5237III, 5334II, 5334III, 5334IV, 5336IV, 5337III เพื่อ
ใช้ในการนำทางเข้าสู่หอดูดาวพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย
3. เข็มทิศเลนส์เชดิกเพื่อใช้ประกอบการอ่านแผนที่ภูมิประเทศจำนวน 1 อัน

ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนในสำนักงาน

1.1 ทำการคัดเลือกหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่ 1 ของกรมแผนที่ทหารที่ได้รับ การรังวัดตรวจสอบค่าพิกัดภายหลังการเกิดธรณีพิบัติภัยขึ้นแล้ว โดยหมุดหลักฐานที่ทำการ คัดเลือกต้องอยู่ในรัศมีไม่เกิน 300 km จากสถานีอ้างอิง หมุดที่ผ่านการคัดเลือกมีจำนวน 15 หมุดดังแสดงในตารางที่ 3

1.2 ทำการคัดเลือกหมุดหลักฐานดาวเทียมในโครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุม ภาคพื้นดิน(GCP)ของ สทอภ. ที่อยู่ในรัศมีไม่เกิน 300 km จากสถานีอ้างอิงและเป็นหมุดที่มีการ สร้างอย่างมั่นคงแข็งแรงได้แก่ หมุดที่ทำการสกัดไว้บนถนนคอนกรีตหรือถนนลาดยาง โดย หมุดที่ผ่านการคัดเลือกมีจำนวน 23 หมุดดังแสดงในตารางที่ 4

1.3 ทำการกรูหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทำการวิจัยลงบนแผนที่ภูมิประเทศที่ เตรียมไว้เพื่อใช้ในการค้นหาและนำทางในภูมิประเทศจริง

2. มาตรฐานในการเก็บข้อมูล (Trimble Navigation Limited, 1996)

เพื่อควบคุมการเก็บข้อมูลให้มีความถูกต้องและลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากตัวแปร อื่น ๆ จึงกำหนดมาตรฐานในการเก็บข้อมูลดังนี้

รังวัดสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวงขึ้นไป

มุมกั้นท้องฟ้า (Elevation Mask) ทุก ๆ 100 กิโลเมตรให้เพิ่มมุมกั้นท้องฟ้า 1 องศา จาก มุมกั้นท้องฟ้าที่ตั้งไว้ที่สถานีอ้างอิง

ช่วงเวลาในการบันทึกค่าพิกัด (Logging Intervals) ตั้งให้ตรงกับสถานีอ้างอิง

ระดับความเข้มของสัญญาณ (Signal Strength Mask) ให้เลือกเปิดรับสัญญาณจาก ดาวเทียมที่มีความเข้มของสัญญาณมากกว่า 6

ค่าเรขาคณิตดาวเทียม (PDOP) หากสูงกว่า 7 ให้ทำการรังวัดใหม่

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยแบ่งสายการรังวัดค่าพิกัดหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ออกเป็น 2 สายตามลักษณะการกระจายตัวของหมุดหลักฐาน ดังนี้

สายตะวันตกได้แก่ หมุดหลักฐานดาวเทียม GPS หมายเลข 3009, 3435, 3492, 3654, 3660, 3661, 3662 และ 3663

สายตะวันออกได้แก่ หมุดหลักฐานดาวเทียม GPS หมายเลข 3436, 3427, 3452, 3515, 3519, 3539, 3659 และหมุดหลักฐานดาวเทียมในโครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของ สทอภ. ที่ทำการคัดเลือกแล้ว

การสำรวจรังวัดค่าพิกัด โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลในสายตะวันตกเป็นลำดับแรกจากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลในสายตะวันออก

การเก็บข้อมูลกระทำโดยการนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบนำหนไปวางหาค่าพิกัดบนหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทราบค่าแล้วโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ทำการรังวัดแบบสัมบูรณ์แล้วจดบันทึกค่าไว้จำนวน 3 ครั้งเพื่อคำนวณค่าพิกัดเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนในการรังวัดแบบสัมบูรณ์ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

3.2 ทำการรังวัดแบบสัมพัทธ์โดยเปิดรับค่าแก้ไขในระบบ DGPS ผ่านทาง internet เมื่อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS คำนวณค่าพิกัดเสร็จจึงทำการจดบันทึกค่าพิกัดที่รังวัดได้ไว้ในแบบบันทึกการรังวัด ทำการรังวัดค่าพิกัดเป็นจำนวน 3 ครั้งเพื่อคำนวณหาค่าพิกัดเฉลี่ยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยต่อไป

สำหรับการบันทึกการรังวัดจะทำการจดบันทึกไว้ในแบบบันทึกการรังวัดดังแสดงไว้ในภาพที่ 30 และ 31

4. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เวลาดำเนินการประมาณ 8 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการรังวัดสายตะวันตกใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการรังวัดสายตะวันออกใช้เวลาประมาณ 6 สัปดาห์

GPS - 01

แบบบันทึกการรังวัดสัญญาณดาวเทียม GPS

หมายเลขหมุดหลักฐาน	ลักษณะหมุด
ที่ตั้ง	ต. อ. จ.
ผู้สำรวจ	วันที่ เวลา
กองสนาม	

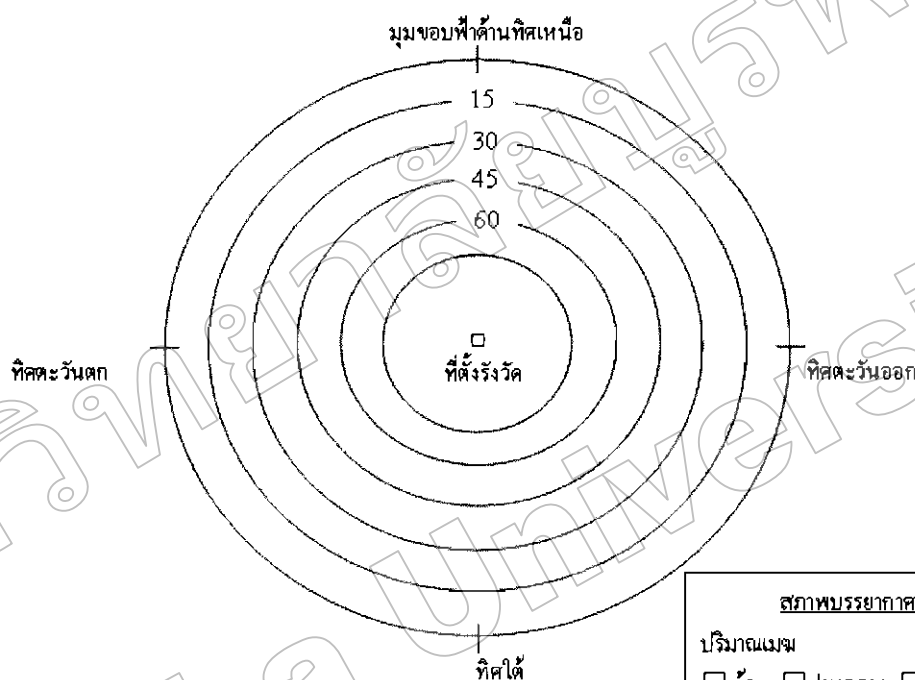
เครื่องรับสัญญาณ ชนิด	รุ่น	S/N
จานรับสัญญาณ ชนิด	รุ่น	S/N
มุมสูงดาวเทียมต่ำสุด	องศา	อัตราเร็วการบันทึกข้อมูล วินาที/ครั้ง

ค่าพิกัดที่อ่านได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS (WGS - 84)		
การรังวัดแบบสัมบูรณ์	ค่าเหนือ (Northing)	ค่าตะวันออก (Easting)
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		
ครั้งที่ 3		
ค่าเฉลี่ย		
ค่า PDOP ขณะทำการรังวัด		
การรังวัดแบบสัมพัทธ์ (DGPS)	ค่าเหนือ (Northing)	ค่าตะวันออก (Easting)
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		
ครั้งที่ 3		
ค่าเฉลี่ย		
ค่า PDOP ขณะทำการรังวัด การรับสัญญาณค่าแก้ไข ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่		
หมายเหตุ		

GPS-02

แบบบันทึกผลการสังเกตการณ์การวัดตำแหน่งด้วย GPS

หมายเลขบันทึกการสังเกตการณ์	ลักษณะพื้นที่		
วันที่	ด.	อ.	จ.
ผู้สำรวจ	วันที่	เวลา	
สถานที่			



สภาพบรรยากาศ		
ปริมาณเมฆ	☐ น้อย	☐ ปานกลาง ☐ มาก
ปริมาณฝน	☐ น้อย	☐ ปานกลาง ☐ มาก
อื่นๆ _____		

แสดงสิ่งกีดขวางการวัดสัญญาณดาวเทียม GPS ที่มีมุมสูงมากกว่า 15° เหนือพื้นขอบฟ้า

ลำดับที่	มุมตั้ง (องศา)	ระยะ (ม.)	ชนิดของสิ่งกีดขวาง	ชนิดของผลกระทบ

ให้ระบุถึงสิ่งซึ่งอาจรบกวนสัญญาณดาวเทียม เช่น สถานีวิทยุ สายไฟฟ้าแรงสูง วัสดุผิวเรียบ โดยบอกประเภทของคลื่นที่รบกวน ระยะ หรือข้อมูลอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการประมวลผลข้อมูลในภายหลัง

- _____
- _____
- _____

การวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. กำหนดสมมติฐานในการวิจัย

1.1 ความคลาดเคลื่อนของระบบ DGPS จะมีความสัมพันธ์กับระยะทางระหว่างตำแหน่งของสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้

1.2 ขนาดของความคลาดเคลื่อนของระบบ DGPS จะแปรผันตามระยะทางระหว่างตำแหน่งของสถานีอ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้

2. กำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ระยะทางระหว่างหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ดำเนินการทดสอบกับสถานีฝั่งเมืองพระราม9 กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร

2.2 ตัวแปรตาม คือ ค่าความต่างทางระยะระหว่างค่าพิกัดที่อ่านได้จากเครื่องหาค่าพิกัด GPS แบบนำหนที่ทำการรังวัดหาค่าพิกัด ณ หมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ดำเนินการทดสอบกับค่าพิกัดหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่ 1 ณ ตำแหน่งเดียวกันของกรมแผนที่ทหาร หรือค่าพิกัดหมุดหลักฐานดาวเทียมในโครงการสำรวจรังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน(GCP) ของ สทอภ.

3. กำหนดค่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

3.1 กำหนดค่าตัวแปรอิสระ จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ทำการคำนวณระยะทางระหว่างที่ตั้งของหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทำการทดสอบ กับสถานีฝั่งเมืองพระราม9 กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร

ระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับสถานีที่ทำการทดสอบคำนวณได้จาก

$$\text{Distance} = \sqrt{(x_i - X)^2 + (y_i - Y)^2} \quad (3)$$

x_i, y_i = ค่าพิกัดของสถานีที่ทำการทดสอบ

X, Y = ค่าพิกัดของสถานีอ้างอิง

3.2 กำหนดค่าตัวแปรตาม ทำการคำนวณค่าความต่างระหว่างค่าพิกัดของหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทำการรังวัดได้กับค่าพิกัดอ้างอิงจากตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ค่า Error ของจุดทดสอบ i คำนวณโดย

$$\text{Error}_i = \sqrt{(x_i - X_i)^2 + (y_i - Y_i)^2} \quad (4)$$

x_i, y_i = ค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดของสถานีที่ทำการทดสอบ

X_i, Y_i = ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงของสถานีที่ทำการทดสอบ

4. ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลที่คำนวณได้จากข้อ 3.1 และ 3.2 เพื่อตัดข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือหรือมีความไม่สมบูรณ์ทิ้งไป โดยสาเหตุที่อาจทำให้เกิดความไม่น่าเชื่อถือของข้อมูลมีได้หลายลักษณะได้แก่ มีค่านับไม่ปกคลุมบริเวณหอดูดาวหลักฐานแน่นอน ผลการคำนวณมีค่าต่างทางระยะมากผิดปกติอาจเกิดจากการคำนวณปรับแก้โครงข่ายหอดูดาวหลักฐานดาวเทียม GPS ชั้นที่ 1 ของกรมแผนที่ทหารไม่สอดคล้องกัน ค่าพิกัดที่รังวัดได้ในขณะที่ PDOP สูง ๆ หรือสภาพอากาศมีฝนฟ้าคะนอง คลื่นสะท้อนที่เกิดจากสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ การรังวัดใกล้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงหรือคลื่นวิทยุเป็นต้น

การแก้ปัญหาความไม่น่าเชื่อถือของข้อมูลทำได้หลายกรณีอาทิเช่น ทำการรังวัดใหม่ หรือทำการตัดข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือทิ้งเป็นต้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติ (สุรินทร์ นิยมมางกูร, 2533)

5.1 การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$H_0: \rho = 0$ (สมมติฐาน H_0 ความคลาดเคลื่อนและระยะทางไม่มีความสัมพันธ์กัน)

$H_A: \rho \neq 0$ (สมมติฐาน H_A ความคลาดเคลื่อนและระยะทางมีความสัมพันธ์กัน)

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (5)$$

เมื่อ $df = n - 2$

n = จำนวนตัวอย่าง

r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง

ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดกับระยะทาง

ระหว่างหอดูดาวหลักฐาน คำนวณได้ดังนี้

$$r = \frac{\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)/n}{\sqrt{[\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n] \cdot [\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2/n]}} \quad (6)$$

เมื่อ

X_i = ระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับสถานีที่ทำการทดสอบ

Y_i = ค่าความต่างระหว่างค่าพิกัดที่รังวัดได้กับค่าพิกัดของหอดูดาวหลักฐานดาวเทียม

GPS ที่ทดสอบ

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

5.2 การสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น

สมการถดถอยนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณค่าของตัวแปรตาม โดยใช้ค่าของตัวแปรอิสระได้ ในการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นมีวิธีและขั้นตอนดังนี้

กำหนดให้

Y = ตัวแปรตาม (ค่าความต่างระหว่างค่าพิกัดที่รังวัดได้กับค่าพิกัดอ้างอิงของหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทำการทดสอบ)

X = ตัวแปรอิสระ (ระยะทางระหว่างสถานีอ้างอิงกับหมุดหลักฐานดาวเทียม GPS ที่ทำการทดสอบ)

สมการถดถอยเชิงเส้น โดยการประมาณค่า Y จากค่า X สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\hat{Y}_i = a + bX_i \quad (7)$$

เมื่อ $\hat{Y}_i$ = ค่าประมาณของ Y_i

a = จุดตัดแกน Y ของค่าถดถอย

b = ความชันของเส้นถดถอย หรือค่าประมาณการเปลี่ยนแปลงของ

Y เมื่อ X เพิ่มขึ้น 1 หน่วย

X_i = ตัวแปรอิสระ

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

สมการที่ใช้ในการหาค่า a และ b คือ

$$b = \frac{\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i) / n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n} \quad (8)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (9)$$