บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยเรื่องนี้มีความจำเป็นต้องใช้ทั้งข้อมูลเดิมที่แต่ละหน่วยงานที่เลือกมาทำการวิจัยมีอยู่แล้ว และทำการรังวัดเก็บข้อมูลในภาคสนามเพิ่มเติม แล้วจึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการประมวลผล และศึกษาวิจัยต่อไป ดังนั้น ในการดำเนินการวิจัยจึงได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนการรวบรวมข้อมูล การปฏิบัติงานสนาม และส่วนการประมวลผลและวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลจาก 3 หน่วยงานหลักที่มีภารกิจในการจัดสร้างหมุดหลักฐานทั่วประเทศ ได้แก่ กรมแผนที่ทหาร กรมที่ดิน และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยแต่ละหน่วยงานได้จัดสร้างหมุดหลักฐานไว้เป็นจำนวนมาก ในการทำการวิจัยจึงจำเป็นต้องคัดเลือกส่วนหนึ่งของหมุดหลักฐานเหล่านั้นมาใช้ แต่ในเบื้องต้นผู้วิจัยต้องรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาก่อน เพื่อนำมาวิเคราะห์และคัดเลือก โดยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1.1 โปรแกรมที่เลือกใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เนื่องจากแต่ละหน่วยงานได้จัดสร้างหมุดหลักฐานด้วยวิธีการและเครื่องมือที่แตกต่างกัน ในการวิจัยนี้จึงต้องใช้โปรแกรมเพื่อเปิดดูข้อมูลหลายโปรแกรม เพื่อให้สามารถเปิดข้อมูลจากทุกหน่วยงานมาวิเคราะห์ได้

1) Trimble Geomatics Office (TGO)

ข้อมูลจากกรมแผนที่ทหารได้ถูกจัดทำขึ้นโดยใช้อุปกรณ์และซอฟท์แวร์ของยี่ห้อ Trimble จึงต้องใช้โปรแกรม TGO เปิดดูข้อมูล ในขณะที่ข้อมูลบางส่วนของกรมที่ดินจัดทำโดยใช้อุปกรณ์และซอฟท์แวร์ของยี่ห้อ Trimble หลากหลายรุ่น ซึ่งสามารถเปิดข้อมูลทั้งหมดนั้นด้วยโปรแกรม TGO ได้

2) SKIpro 2.5

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จัดสร้างหมุดหลักฐานโดยใช้อุปกรณ์และซอฟท์แวร์ยี่ห้อ Leica ข้อมูลที่ได้จึงต้องเปิดด้วยโปรแกรม SKIpro และข้อมูลที่ได้จากกรมที่ดินบางส่วนก็ต้องใช้โปรแกรม SKIpro เปิดดูข้อมูล

3) ArcView 3.2a

ใช้สำหรับวิเคราะห์หมุดหลักฐานของแต่ละหน่วยงาน เลือกพื้นที่วิจัย และเลือกหมุดหลักฐานที่ต้องทำการออกสนามรับสัญญาณทั้งหมุดควบคุม หมุดโยงยึด และหมุดตรวจสอบ เนื่องจากสามารถนำแผนที่ และหมุดหลักฐานของแต่ละหน่วยงานมาซ้อนทับกัน เพื่อใช้พิจารณาวางแผนการออกสนามได้

3.1.2 การจัดเตรียมและรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานหลักที่จัดสร้างหมุดหลักฐานทั่วประเทศ 3 หน่วยงาน คือ กรมแผนที่ทหาร กรมที่ดิน และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งได้เอื้อเฟื้อข้อมูลหลายรูปแบบ ดังนี้

1) ข้อมูลการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร โดยเป็นชุดข้อมูลหมุดหลักฐานที่ได้จัดทำขึ้นเมื่อปีพ.ศ. 2547 ประกอบด้วย ข้อมูลค่าพิกัด ข้อมูลดิบ ข้อมูลเส้นฐาน โปรเจคต์การประมวลผลและการคำนวณปรับแก้ และรายงานการสำรวจสนาม นอกจากนี้ ทางกรมแผนที่ทหารยังได้อนุเคราะห์ข้อมูลความเป็นมาและหลักการในการจัดสร้างหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบด้วย

2) ข้อมูลการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน ข้อมูลที่ได้รับอนุเคราะห์จากกรมที่ดินประกอบด้วย ข้อมูลค่าพิกัด ข้อมูลดิบ ข้อมูลเส้นฐาน ประจำปี 2541 , 2543 และ 2544 และข้อมูลความเป็นมาและรายงานในการจัดสร้างหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน

3) ข้อมูลการจัดทำโครงข่ายหมุดหลักฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกอบด้วย ข้อมูลค่าพิกัดและรายงานผลการตรวจสอบการจัดสร้างหมุดหลักฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3.1.3 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานดังกล่าวข้างต้นมาแล้ว ต้องทำการศึกษารายละเอียดของข้อมูล ดูเนื้อหาและความสัมพันธ์กันของข้อมูล แล้วจึงตัดสินใจคัดเลือกข้อมูลที่จะใช้ทำการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการและรายละเอียดดังนี้

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) เปิดดูข้อมูลค่าพิกัดหมุดหลักฐานของแต่ละหน่วยงาน

จากข้อมูลค่าพิกัดหมุดหลักฐานที่ได้จากกรมแผนที่ทหาร กรมที่ดิน และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำให้ทราบรูปแบบการตั้งชื่อหมุด ซึ่งในแต่ละชุดจะมีรูปแบบและวิธีการจัดสร้างแตกต่างกัน การตั้งชื่อจะบ่งบอกระดับความถูกต้องของชุดโครงข่ายหมุดหลักฐานนั้นๆ ซึ่งในการประเมินเบื้องต้นนี้ทำให้ทราบขนาดค่าต่างระหว่างค่าพิกัดของหมุดหลักฐานจากกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน ซึ่งเป็นหมุดร่วมที่มีการรับสัญญาณบนหมุดเดียวกัน

2) ศึกษารายละเอียดหลักการและวิธีการจัดสร้างหมุดของแต่ละหน่วยงาน

เมื่อทราบหมายเลขชุดข้อมูลแล้ว ก็ทำการศึกษาถึงวิธีการจัดสร้างโครงข่ายหมุดหลักฐาน โครงข่ายที่ใช้ควบคุม ระดับความถูกต้อง รูปแบบการรับสัญญาณและการตั้งค่าการรับสัญญาณ การประมวลผลและคำนวณปรับแก้ การตรวจสอบความคลาดเคลื่อน การตรวจสภาพและรังวัดตรวจสอบ รวมทั้งรูปแบบการตั้งชื่อและสื่อความหมาย ซึ่งจะช่วยให้สามารถตรวจสอบคุณภาพของหมุดได้ และใช้เป็นข้อมูลในการเลือกหมุดที่จะนำมาทำการวิจัย และใช้เป็นหมุดตรวจสอบ ในขั้นตอนนี้ทำให้ทราบที่มาและคุณภาพของหมุดหลักฐานที่จัดสร้างโดยแต่ละหน่วยงาน ซึ่งจากรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานสำรวจวางหมุดหลักฐานด้วยดาวเทียมจีพีเอส ในโครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพย์สินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกองยีออเดซี่และยีออฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร พบว่า โครงข่ายหมุดหลักฐานที่จัดสร้างขึ้นโดยกรมพัฒนาที่ดินนี้ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือในระดับเดียวกับโครงข่ายหมุดหลักฐานที่ได้จัดสร้างโดยกรมแผนที่ทหาร จึงไม่จำเป็นต้องนำมาทำการวิจัยเพื่อปรับแก้ค่าพิกัดอีก นอกจากนี้ จากการศึกษาข้อมูลผลลัพธ์และประวัติที่มาในการจัดสร้างหมุดหลักฐาน ทำให้ทราบที่มาของความแตกต่างของหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินด้วย เพื่อที่จะนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยวิธีการในการแก้ไขปัญหานี้ในลำดับต่อไป

3) เปิดข้อมูลเส้นฐาน

เปิดข้อมูลเส้นฐานทั้งจากกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน ด้วยโปรแกรม TGO เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากทั้ง 2 หน่วยงานจัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ SSF โดยจะสามารถดูคุณภาพของเส้นฐานได้จากค่าทางสถิติ ดูความยาวเส้นฐานเฉลี่ยโดยรวม ลักษณะการโยงยึดของเส้นฐาน ความหนาแน่นของเส้นฐาน หมุดที่ควบคุม และหมุดที่ใช้เป็นหมุดออกงาน แล้วทำการส่งออก (Export) ค่าพิกัดในรูปข้อมูลจุด (Point) เพื่อนำไปเปิดวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ArcView 3.2a ในส่วนข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์นั้นได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลเฉพาะในส่วนค่าพิกัด ไม่มีข้อมูลเส้นฐาน จึงไม่

ต้องทำการวิจัยในส่วนนี้ และเนื่องจากมีเอกสารรับรองการตรวจสอบคุณภาพหมุดหลักฐานโดยกองยีออเดซี่และยีออฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร ว่าหมุดหลักฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์นั้นอยู่ในระดับความถูกต้องและมีระบบพิกัดเดียวกับระบบพิกัดหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารแล้ว จึงจะไม่นำมากล่าวถึงในการวิจัยในลำดับต่อไปอีก

4) เปิดข้อมูลดิบ

เปิดข้อมูลดิบที่ได้จากกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินบางส่วนด้วยโปรแกรม TGO และเปิดข้อมูลดิบที่ได้จากกรมที่ดินส่วนที่เหลือด้วยโปรแกรม SKIpro 2.5 แล้วทำการส่งออก (Export) เป็นข้อมูล RINEX เพื่อนำมาเข้าโปรแกรม TGO ร่วมกับข้อมูลที่เหลือสำหรับทำการวิเคราะห์ ดูคุณภาพของข้อมูลดิบโดยจะดูได้จากค่าทางสถิติ ระยะเวลาในการทำการรังวัด รูปแบบวิธีการและการตั้งค่าการรังวัด จำนวนดาวเทียมที่รับได้ และการเกิดคลื่นหลุด (Cycle slip) ข้อมูลที่ได้นี้เมื่อนำไปพิจารณาร่วมกับข้อมูลเส้นฐานก่อนหน้านี้ จะช่วยเพิ่มความมั่นใจในการเลือกพื้นที่ที่จะใช้ทำการวิจัยและเลือกหมุดตรวจสอบ

5) เปิดข้อมูลร่วมกันด้วยโปรแกรม ArcView 3.2a

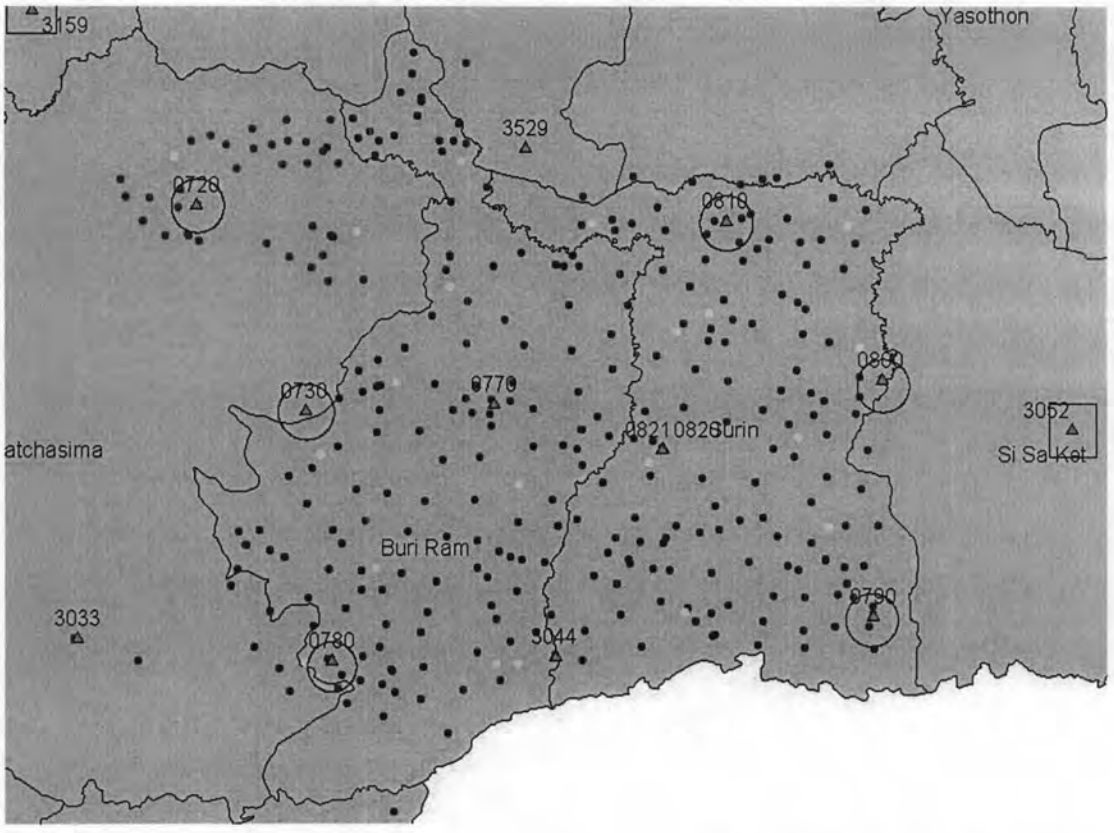
นำเข้าข้อมูลจุดที่ได้จากการส่งออกด้วยโปรแกรม TGO เปิดซ้อนกับชั้นข้อมูล (Layer) ของแผนที่เชิงเส้นขอบเขตจังหวัด จากการเลือกพื้นที่ที่จะทำการวิจัยโดยคร่าวๆ พบว่า จะใช้พื้นที่เขตจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเนื่องจากการวิจัยจัดทำบนพื้นหลักฐาน WGS 84 ระบบพิกัด UTM ในขณะที่แผนที่เชิงเส้นถูกจัดทำขึ้นบนพื้นหลักฐาน Indian 1975 ระบบพิกัด UTM โซน 47 จึงต้องทำการแปลงพื้นหลักฐานแผนที่เชิงเส้นให้เป็นพื้นหลักฐาน WGS 84 ระบบพิกัด UTM โซน 48 ก่อน เพื่อให้สามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง เมื่อเปิดข้อมูลทั้งหมดขึ้นมาซ้อนทับกัน จะทำให้มองเห็นภาพรวมทั้งหมด และใช้ตัดสินใจเลือกพื้นที่สำหรับการวิจัยเป็นรอบสุดท้าย

6) เลือกบริเวณพื้นที่ที่จะทำการวิจัย

แนวคิดในการทำให้ระบบพิกัดของโครงข่ายเป็นเอกภาพ คือ ประการแรก โครงข่ายของแต่ละหน่วยงานจะต้องใช้จุดตรึงชุดเดียวกัน และค่าพิกัดของแต่ละจุดต้องเป็นค่าเดียวกันด้วย ดังนั้น การเลือกพื้นที่ที่ทำการวิจัย จึงต้องมีโครงข่ายหมุดหลักฐานที่ครอบคลุมพื้นที่ที่มีหมุดหลักฐานจากโครงข่ายหลักของประเทศที่สามารถนำมาใช้ตรึงโครงข่ายที่จะนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้

จากการซ้อนทับข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcView 3.2a ทำให้เห็นภาพรวมทั้งหมดได้ชัดเจนขึ้น ประกอบกับข้อมูลจากการเปิดดูข้อมูลดิบและข้อมูลเส้นฐาน ทำให้ตัดสินใจเลือกพื้นที่ที่จะทำการวิจัยเป็นบริเวณ จ.บุรีรัมย์ และ จ.สุรินทร์ เนื่องจากเป็นบริเวณที่อยู่ในขอบเขตของหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดินจำนวน 6 หมุด

มีเส้นฐานหนาแน่น และมีคุณภาพและความสมบูรณ์ของข้อมูลเส้นฐานและข้อมูลดิบที่ดีพอสมควร มีหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ ดังรูปที่ 3-1 ขาดเพียงข้อมูลการโยงยึดหมุดหลักฐานร่วมเข้ากับหมุดฐานของกรมที่ดินเพียงหมุดเดียวเท่านั้น คือ หมุด 0730 (กรมแผนที่ทหาร) หรือ หมุด 100645 (กรมที่ดิน) ซึ่งสามารถทำการรังวัดเพื่อโยงยึดได้ต่อไป



รูปที่ 3-1 แสดงหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารกับกรมที่ดินที่นำมาทำการวิจัยจำนวน 6 หมุด

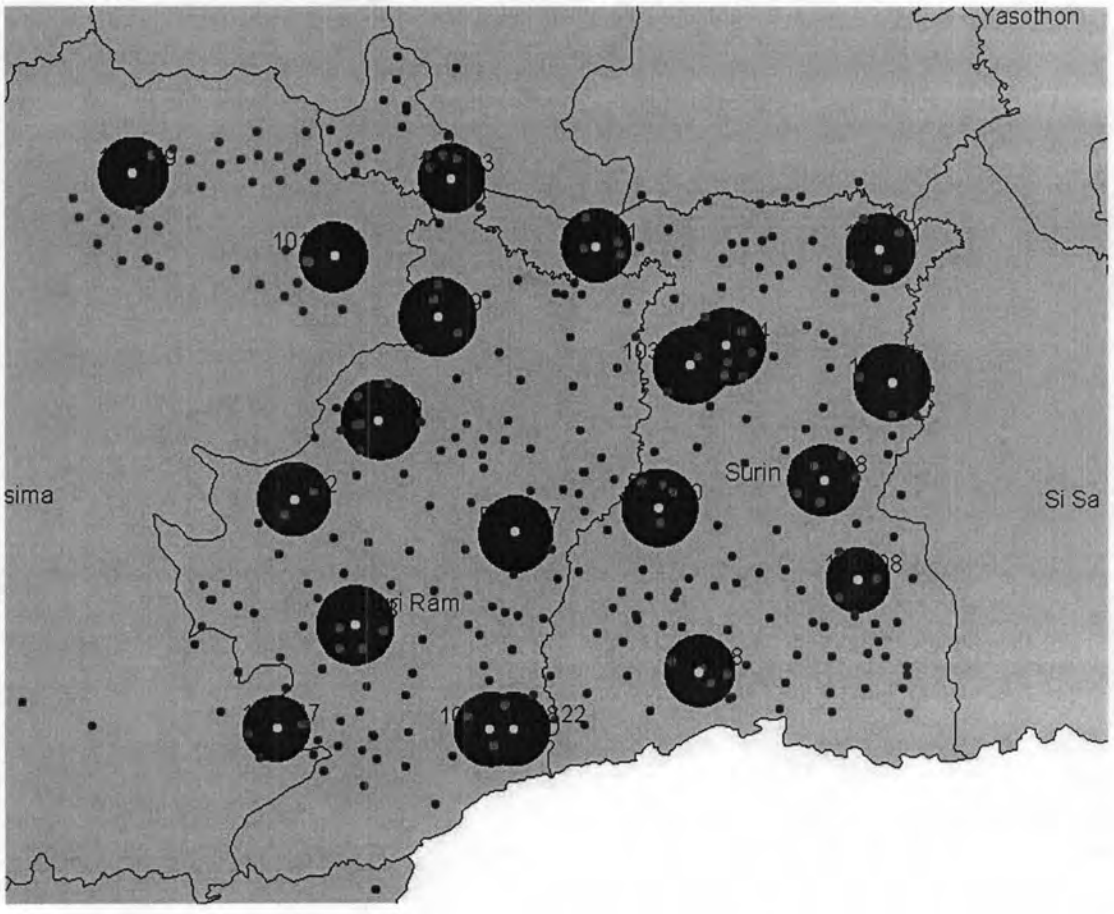
7) เลือกหมุดตรวจสอบ

ทำการเลือกหมุดตรวจสอบผลการทำงานวิจัย โดยใช้หมุดหลักฐานเดิมของกรมที่ดินจากข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้และมีอาณาเขตอยู่ภายในบริเวณพื้นที่ที่เลือกสำหรับทำการวิจัย เพื่อให้หมุดสำหรับการตรวจสอบเหล่านี้เป็นตัวแทนหมุดต่างๆที่กระจายครอบคลุมทั่วพื้นที่ทั้งหมด โดยสามารถแบ่งกลุ่มหมุดหลักฐานที่จะใช้ทำการตรวจสอบออกเป็น 4 กลุ่ม (Quadrant) คือ กลุ่มด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ กลุ่มทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และกลุ่มด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้

กลุ่มละ 5 หมุด ซึ่งทั้ง 5 หมุดนี้กระจายตัวครอบคลุมในพื้นที่ Quadrant นั้น เมื่อทำการซ้อนทับข้อมูลจึงสามารถเลือกหมุดแต่ละกลุ่มพร้อมหมุดควบคุม ซึ่งเป็นหมุดของกรมแผนที่ทหารที่อยู่ใกล้ๆหมุดตรวจสอบได้ โดยหมุดแต่ละกลุ่มประกอบด้วยหมุดต่างๆ ดังตารางที่ 3-1 และมีการกระจายตัวกันอยู่ ดังรูปที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 แสดงการจัดแบ่งพื้นที่การตรวจสอบผลการวิจัย

กลุ่มพื้นที่	หมุดหลักฐาน
กลุ่มที่ 1 ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	101921 , 101959 , 102789 , 102793 , 102829
กลุ่มที่ 2 ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	103003 , 103011 , 103021 , 103024 , 103027
กลุ่มที่ 3 ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้	D21807 , 102822 , 102837 , 102838 , 102842
กลุ่มที่ 4 ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้	102820 , 102980 , 102988 , 102998 , 103008



รูปที่ 3-2 แสดงหมุดตรวจสอบผลการวิจัยจำนวน 20 หมุด

3.2 การปฏิบัติงานสนาม

3.2.1 การวางแผนปฏิบัติงานเบื้องต้น

จากข้อมูลเส้นฐาน (SSF file) ของกรมที่ดินที่มีอยู่นั้น หมุดหลักฐานร่วมระหว่างหมุดหลักฐานของกรมที่ดินและกรมแผนที่ทหารหมุดหนึ่ง คือ 100645 (0730) ไม่มีเส้นฐานโยงยึดกับหมุดหลักฐานอื่นๆของกรมที่ดินในพื้นที่ที่เลือกทำการวิจัย จึงจำเป็นต้องทำการรังวัดเพื่อโยงยึดหมุดหลักฐานเข้าเป็นโครงข่ายเดียวกัน

เนื่องจากพื้นที่ที่จะทำการออกสนามเพื่อจัดเก็บข้อมูลนั้นอยู่ในเขตพื้นที่ จ.บุรีรัมย์ และ จ.สุรินทร์ รวมทั้งมีหมุดที่ต้องทำการรังวัดหลายหมุดกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ของทั้ง 2 จังหวัด ทำให้ระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าปฏิบัติงาน ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง อีกทั้ง มีหมุดหลักฐานจำนวนมากที่ไม่ได้รับการตรวจสอบและนำมาใช้งานเป็นเวลานานแล้ว หมุดเหล่านั้นอาจเกิดความชำรุดเสียหาย หรืออาจอยู่ในบริเวณที่ไม่สามารถเข้าทำการรับสัญญาณได้ ดังนั้น การวางแผนการทำงานจึงถือเป็นส่วนสำคัญที่จะละเลยไม่ได้ เพื่อให้ได้ผลงานตามต้องการ โดยเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ในการวางแผนและออกแบบการปฏิบัติงานสนามประกอบด้วย

1) จัดหาข้อมูลรายละเอียดของหมุด (Point Description หรือ Point Chain) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบบอกรายละเอียดและตำแหน่งที่ตั้งของหมุด ทั้งหมุดควบคุมและหมุดที่จะทำการรังวัด จากทั้งกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน
2) สำรวจพื้นที่ที่จะปฏิบัติงานโดยสังเขป เพื่อประเมินสภาพหัวหมุดและการเดินทางเข้ารับสัญญาณ โดยหัวหมุดควรอยู่ในสภาพสมบูรณ์เรียบร้อย ไม่ถูกเคลื่อนย้าย ทำลาย และไม่มีต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างบดบังการรับสัญญาณ
3) จัดทำหนังสือขออนุญาตเข้าใช้หมุดหลักฐาน เนื่องจากหมุดหลักฐานส่วนใหญ่จะถูกจัดสร้างไว้ที่สถานที่ราชการ บางครั้งอาจจัดสร้างไว้บนอาคารหรือสถานที่พิเศษที่ห้ามบุคคลภายนอกเข้า จึงจำเป็นต้องจัดทำเอกสารขออนุญาตอย่างเป็นทางการจากกรมที่ดินหรือกรมแผนที่ทหาร เพื่อไปยื่นเป็นหลักฐานในการเข้าทำงานรังวัด
4) ออกแบบคาบการทำงาน (Session) เนื่องจากต้องทำการรังวัดหมุดหลักฐานหลายหมุด ซึ่งกระจายตัวอยู่ใน 2 จังหวัด คือ จ.บุรีรัมย์ และ จ.สุรินทร์ โดยมีระยะทางระหว่างหมุดไกลกว่า 10 หรือ 100 กิโลเมตร ดังนั้น การเลือกหมุดควบคุม การออกแบบเส้นฐาน และคาบการทำงานจึงเป็นส่วนที่สำคัญมาก ในการออกปฏิบัติงานสนามทั้ง 2 ครั้ง จะใช้หมุดควบคุมชุดเดียวกัน ซึ่งเป็นหมุดหลักฐานของกรมแผนที่

ทหาร อันประกอบด้วย หมุดหลักฐานหลัก จำนวน 2 หมุด คือ หมุด 3044 และ 3529 หมุดหลักฐานรอง จำนวน 2 หมุด คือ หมุด 0770 และ 0821 และหมุดหลักฐานรองซึ่งเป็นหมุดร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน คือ หมุด 0730 (กรมแผนที่ทหาร) หรือ หมุด 100645 (กรมที่ดิน) โดยเส้นฐานที่ได้จะเป็นแบบเส้นฐานเดี่ยวจากหมุดควบคุมไปยังหมุดตรวจสอบ ยกเว้น ชุดของหมุดโยงยึดที่จะทำการรังวัดทั้ง 3 หมุดพร้อมกันเป็น 3 เส้นฐาน เนื่องจากหมุดหลักฐานแต่ละหมุดอยู่ไกลกันมากและใช้หมุดควบคุมร่วมกันน้อย การออกแบบคาบการรับสัญญาณจึงเป็นอิสระต่อกัน

3.2.2 การเตรียมการเพื่อปฏิบัติงานสนาม

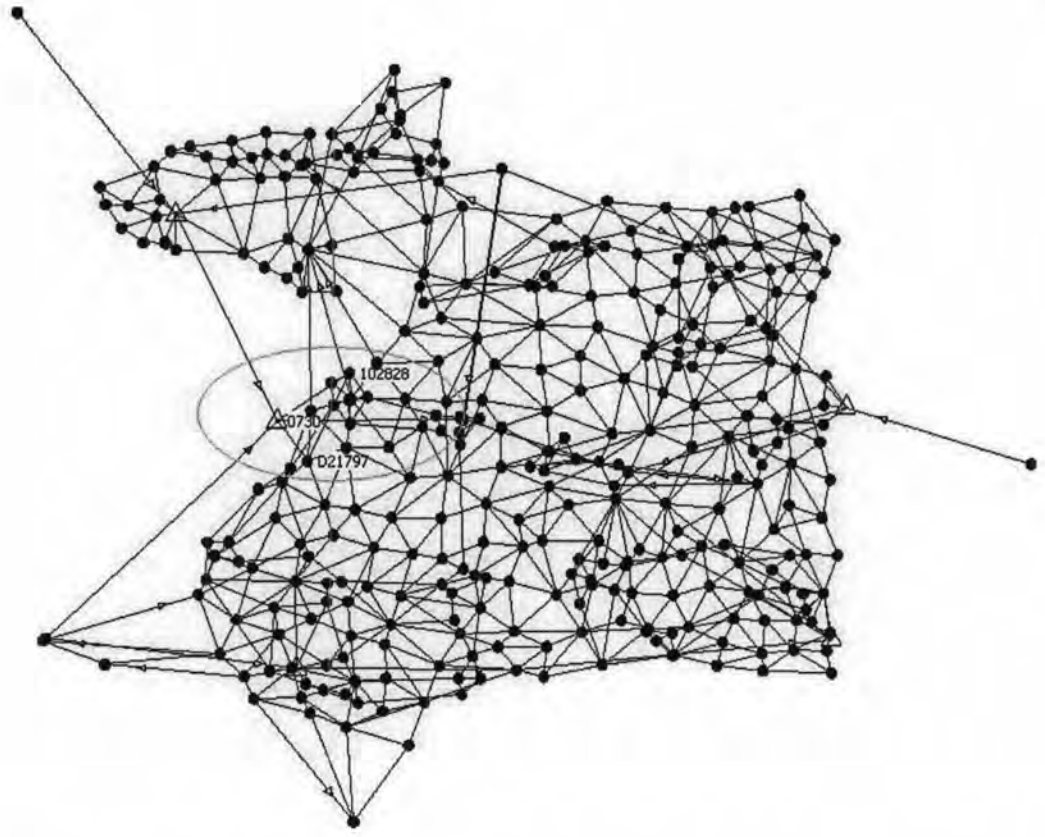
ในการออกปฏิบัติงานภาคสนามจะต้องดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ ยานพาหนะ เพื่อให้พร้อมสำหรับการทำงาน รวมทั้งเตรียมความพร้อม และทำความเข้าใจกับผู้ออกปฏิบัติงานทำการรับสัญญาณ แบ่งเขตพื้นที่การทำงาน และกำหนดคาบการรับสัญญาณของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยได้แบ่งอุปกรณ์และบุคลากรออกเป็นกลุ่มงานสนามจำนวน 5 กลุ่ม

3.2.3 การปฏิบัติงานสนาม

สำหรับการออกปฏิบัติงานสนามเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมนั้น ได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่ส่วนพัฒนาการรังวัดหมุดหลักฐานแผนที่โดยระบบดาวเทียม กรมที่ดิน ซึ่งได้ออกปฏิบัติงานสนามรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสตามแผนงานให้ทั้งหมด โดยดำเนินการออกสนามเพื่อรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสตามที่ได้วางแผนไว้ ดังนี้

1) การปฏิบัติงานสนามครั้งที่ 1

เป็นการออกสนามเพื่อจัดเก็บข้อมูลจีพีเอสสำหรับทำการโยงยึดหมุดหลักฐานร่วมของกรมที่ดินและกรมแผนที่ทหาร คือ หมุด 0730 (กรมแผนที่ทหาร) หรือ หมุด 100645 (กรมที่ดิน) เข้ากับหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน คือ หมุด D21797 และ 102828 ในวันที่ 28 กรกฎาคม 2550 เวลา 9.25 น. ถึง 14.15 น. เป็นระยะเวลาประมาณ 2-5 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดัง รูปที่ 3-3



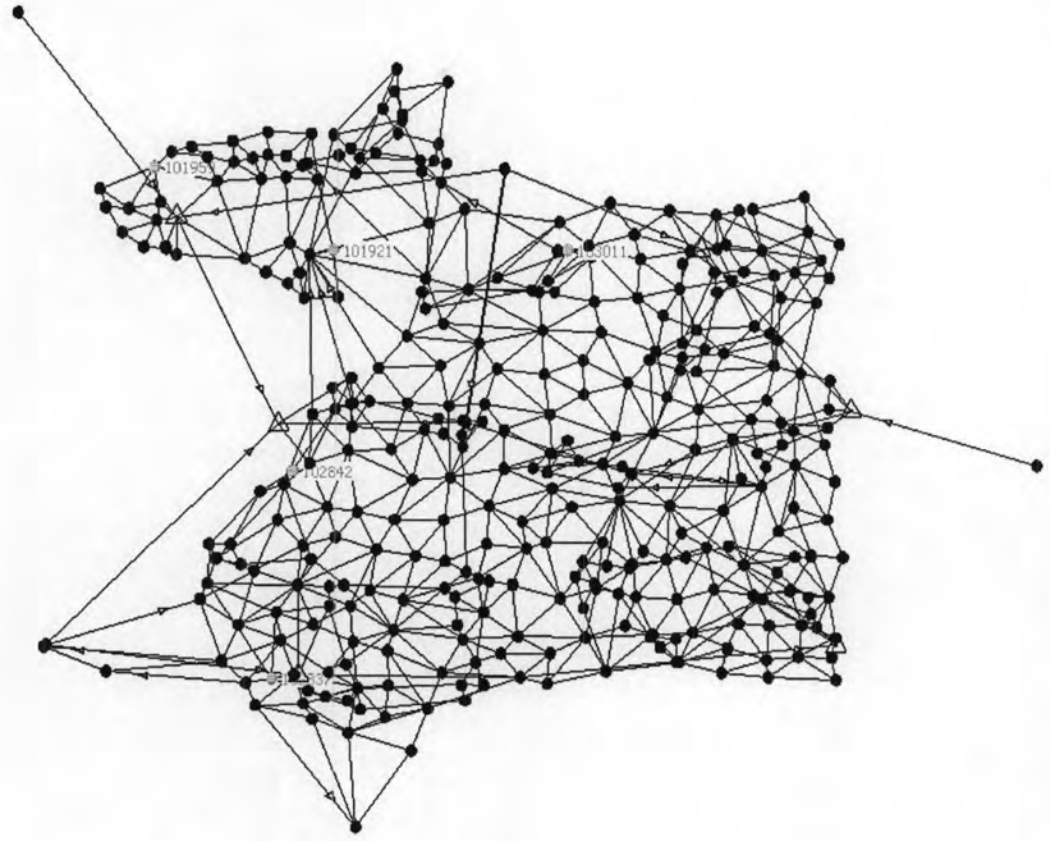
รูปที่ 3-3 แสดงหมุดหลักฐานร่วมของกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินที่ทำการรับสัญญาณโยงยึดใหม่

จากรูปที่ 3-3 จะเห็นหมุดหลักฐานที่ทำการรังวัดใหม่เพื่อโยงยึดหมุด 100645 เข้ากับหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน หมุด D21797 และ 102828 ในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของโครงข่ายดังในเขตพื้นที่วงรี

ตาราง 3-2 หมุดหลักฐานร่วมและหมุดหลักฐานสำหรับทำการรังวัดโยงยึดหมุดหลักฐานร่วมเข้ากับโครงข่ายของกรมที่ดิน

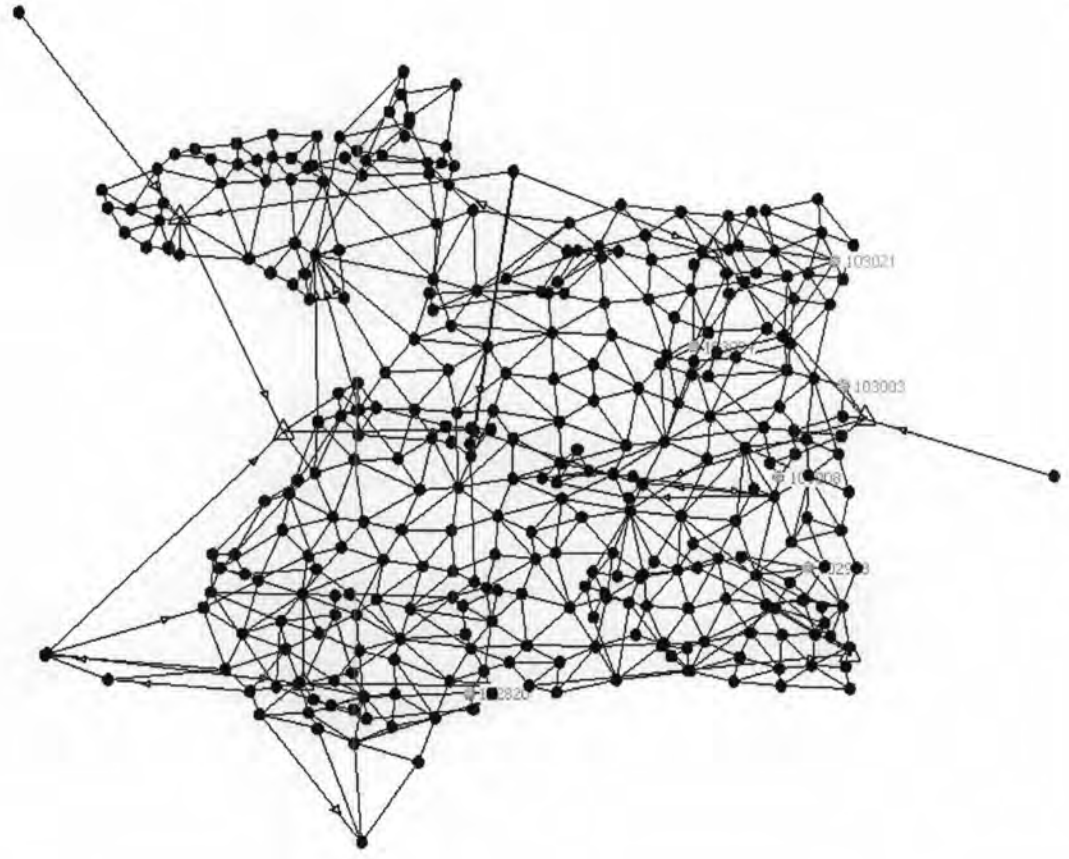
หมุดควบคุม (หมุดหลักฐานร่วม)	หมุดหลักฐานกรมที่ดินที่ใช้โยงยึด
0730 (100645)	102828 , D21797

ในการออกสนามครั้งนี้ได้ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลจีพีเอสสำหรับทำการตรวจสอบผลการวิจัยบางส่วนด้วย ในช่วงวันที่ 28 – 31 กรกฎาคม และ 1 – 3 สิงหาคม2550 เป็นระยะเวลาประมาณ 2-5 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดัง รูปที่ 3-4 และ 3-5



รูปที่ 3-4 แสดงหมุดหลักฐานที่ทำการรับสัญญาณเพื่อใช้ตรวจสอบผลการวิจัย ครั้งที่ 1 โดยกลุ่มการทำงานที่ 1 จำนวน 5 หมุด

จะเห็นว่าหมุดหลักฐานที่รังวัดเพื่อทำการตรวจสอบผลการวิจัย ดังในรูปที่ 3-4 (หมุดสีฟ้า) ส่วนใหญ่จะเป็นชุดข้อมูลในกลุ่มพื้นที่ด้านฝั่งตะวันตกของโครงข่ายทั้งหมดที่นำมาทำการวิจัย และในรูปที่ 3-5 ส่วนใหญ่จะเป็นชุดข้อมูลทางฝั่งตะวันออก

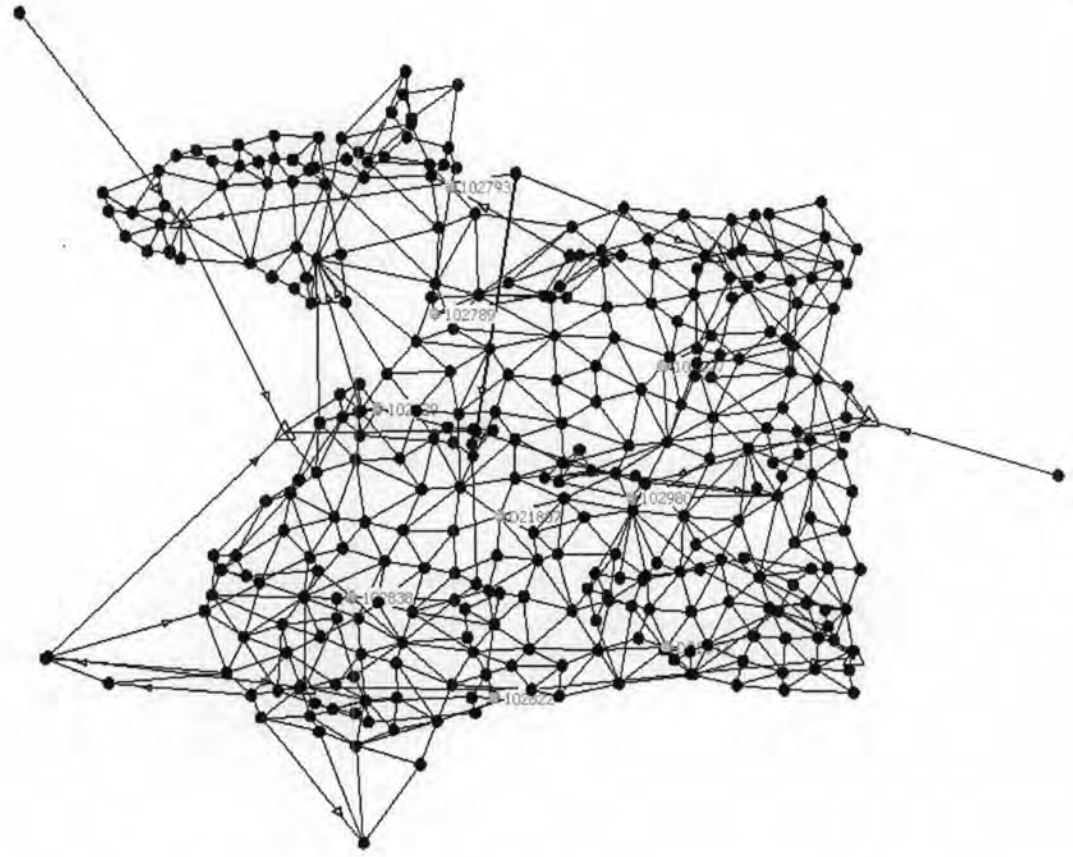


รูปที่ 3-5 แสดงหมุดหลักฐานที่ทำการรับสัญญาณเพื่อใช้ตรวจสอบผลการวิจัย ครั้งที่ 1 โดยกลุ่มการทำงานที่ 2 จำนวน 6 หมุด

2) การปฏิบัติงานสนามครั้งที่ 2

เป็นการออกสนามเพื่อจัดเก็บข้อมูลจีพีเอสสำหรับทำการตรวจสอบผลการวิจัย ซึ่งเป็นหมุดที่เหลือจากการออกสนามครั้งที่ 1 ในช่วงวันที่ 17 - 18 กุมภาพันธ์ 2551 โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 3-6

จากรูปที่ 3-6 จะเห็นข้อมูลหมุดหลักฐานสำหรับตรวจสอบผลการวิจัยที่ทำการรับสัญญาณใหม่เพิ่มเติมจาก 2 ชุดแรก (หมุดสีฟ้า) โดยส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มข้อมูลในบริเวณส่วนกลางของพื้นที่โครงข่ายที่ใช้ทำการวิจัย มีทั้งสิ้น 9 หมุด



รูปที่ 3-6 แสดงหมุดหลักฐานที่ทำการรับสัญญาณเพื่อใช้ตรวจสอบผลการวิจัย ครั้งที่ 2 จำนวน 9 หมุด

ในการรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสทั้ง 2 ครั้ง ได้กำหนดรูปแบบการทำงานเป็นแบบสถิต (Static) ใช้เวลารับสัญญาณอย่างน้อยประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง โดยรับสัญญาณทุกๆ 15 วินาที และตัดสัญญาณที่ส่งมาในระดับที่ต่ำกว่า 13 องศา เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการหักเหในชั้นบรรยากาศ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ทำการรังวัดใช้จานรับสัญญาณที่มีเทคโนโลยี Ground plane ที่ช่วยลดคลื่นหลายวิถีที่สะท้อนมาจากพื้นผิวที่อยู่ในระดับต่ำกว่าจานรับสัญญาณได้ การกำหนดมุมตัดดาวเทียมในระดับนี้ทำให้มีปริมาณข้อมูลที่รับสัญญาณได้มากขึ้น และทำให้มีเรขาคณิตดาวเทียมที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ดีไม่ควรรับสัญญาณที่มาจากในระดับที่ต่ำกว่านี้ เพราะอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากชั้นบรรยากาศ และการบดบังของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และต้นไม้ได้

3.3 แนวความคิดในการทำให้ระบบพิกัดของโครงข่ายหมุดหลักฐานเป็นเอกภาพ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ค่าพิกัดของโครงข่ายหมุดหลักฐานของประเทศไทยมีความเป็นเอกภาพ เพื่อขจัดปัญหาความสับสนเนื่องจากการที่หมุดหลักฐานหมุดเดียวกัน จากต่างหน่วยงานกันมีค่าพิกัดแตกต่างกัน เมื่อนำค่าพิกัดจากต่างหน่วยงานมาใช้งานร่วมกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการเข้าบรรจบการทำงาน หรือเมื่อนำไปใช้ในงานแผนที่จะทำให้เกิดช่องว่างหรือมีการซ้อนทับกันของรายละเอียดบนแผนที่ที่มีมาตราส่วนใหญ่ เช่น 1 : 1,000 ได้ หลักแนวคิดสำคัญในการทำการวิจัยนี้ คือ การแปลงค่าพิกัดโครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมที่ดินเข้ากับโครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร ด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้โครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารเป็นหลัก เนื่องจากกรมแผนที่ทหารเป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทยที่มีภารกิจในการจัดสร้างโครงข่ายหมุดหลักฐานที่ใช้งานภายในประเทศ โดยได้มีความร่วมมือกับหน่วยสำคัญอื่นๆทั้งภายในและต่างประเทศในการจัดสร้างหมุดหลักฐาน ได้ทำการจัดสร้างหมุดหลักฐานด้วยการรับสัญญาณเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ประมวลผลโดยใช้ Precise Ephemeris ใช้หมุดหลักฐานจากโครงการ THAICA ซึ่งมีความถูกต้องสูงเป็นหมุดควบคุม ได้ค่าพิกัดบนพื้นหลักฐาน WGS 84 อ้างอิงกับ ITRF2000 และได้ทำการรังวัดซ้ำเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของหมุดหลักฐานอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งได้มีการโยงยึดกับโครงข่ายหมุดหลักฐานในระดับนานาชาติด้วย เมื่อทำการตรวจสอบหมุดโครงข่ายรองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่นำมาใช้สำหรับการทำงานวิจัยนี้ พบว่า มีความคลาดเคลื่อนบรรจบแต่ละวงไม่เกิน 1ppm ดังรายละเอียดในรูปที่ ก-7 ซึ่งเป็นเกณฑ์ระดับความถูกต้องของงานชั้น B ตามมาตรฐาน FGCC ดังนั้น จึงใช้ค่าพิกัดจากหมุดกรมแผนที่ทหารเป็นหลักและใช้เป็นหมุดควบคุมในการทำการวิจัยทั้ง 5 วิธีการ ดังที่จะได้กล่าวถึงต่อไป ส่วนหมุดหลักฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์นั้นได้มีรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพงานสำรวจวางหมุดหลักฐานด้วยดาวเทียมจีพีเอสแล้ว พบว่า มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์งานระดับเดียวกับหมุดโครงข่ายรองของกรมแผนที่ทหาร จึงไม่ได้นำมาใช้ทำการแปลงค่าพิกัดใหม่อีก และจะไม่กล่าวถึงในส่วนการดำเนินการวิจัยต่อไป

3.4 การประมวลผลและวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนี้ จะประกอบไปด้วยการทำงานใน 2 ส่วนหลัก คือ การประมวลเส้นฐานจากการออกปฏิบัติงานสนามเพื่อรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส ทั้งในส่วนหมุดโยงยึดเส้นฐาน และหมุดตรวจสอบผลการวิจัย และส่วนการคำนวณปรับค่าพิกัดเพื่อทำให้หมุดหลักฐานจากทั้งสองหน่วยงานดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น มีระบบพิกัดเป็นระบบเดียวกัน โดยจะประกอบวิธีการ

ไปด้วย 5 วิธี คือ วิธีการแปลงค่าพิกัดโดยใช้ค่าเลื่อนเฉลี่ย , วิธีการแปลงค่าพิกัดแบบแอฟไฟน์ , วิธีการปรับแก้โครงข่ายใหม่โดยใช้เส้นฐานของกรมที่ดิน , วิธีการปรับแก้โครงข่ายใหม่โดยใช้เส้นฐานของกรมที่ดินร่วมกับกรมแผนที่ทหาร และวิธีการแปลงค่าพิกัดโดยใช้เส้นฐานของกรมที่ดิน

เมื่อเลือกพื้นที่ที่ทำการวิจัยได้แล้ว ทำการคัดเลือกข้อมูลเส้นฐานของกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน และรับสัญญาณจีพีเอสเพื่อเก็บข้อมูลหมุดโยงยึดและหมุดตรวจสอบมาครบแล้ว ก็จะทำการเริ่มการวิจัย ดังที่จะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

แนวทางที่จะทำให้โครงข่ายหมุดหลักฐานของทุกหน่วยงานมีความเป็นเอกภาพนั้น มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับระดับค่าความถูกต้องที่ต้องการ และความยากง่ายในการทำงาน แต่ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของข้อมูลที่มีด้วย สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เสนอไว้ 5 แนวทาง โดยมีขั้นตอนในการวิจัย ดังที่จะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

3.5 การประมวลผลเส้นฐาน

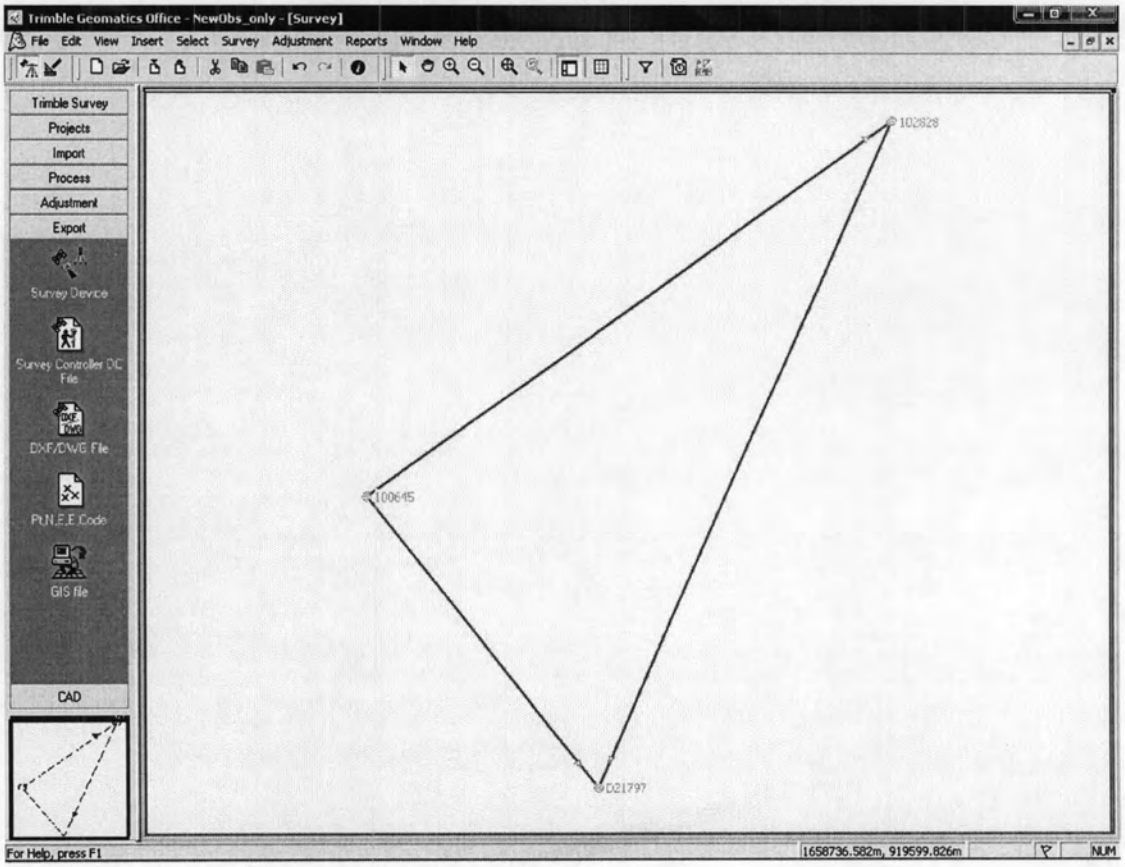
การประมวลผลข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การประมวลผลข้อมูลหมุดโยงยึดเพื่อนำมาใช้ประกอบร่วมกับเส้นฐานที่มีอยู่ และการประมวลผลหมุดสำหรับการตรวจสอบ ซึ่งหมุดเหล่านี้ได้ถูกเลือกขึ้นมาจากข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยมีรายละเอียดและผลลัพธ์ ดังนี้

3.5.1 การประมวลผลหมุดโยงยึด

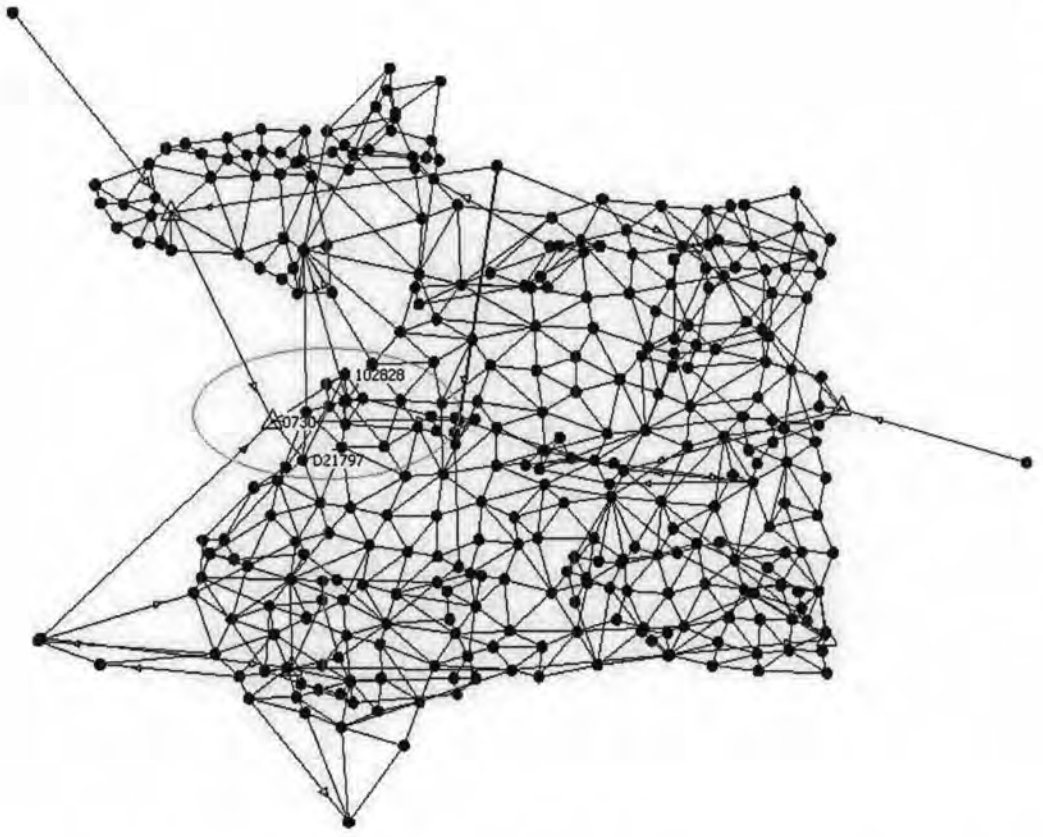
ทำการประมวลผลหมุดโยงยึด โดยใช้โปรแกรม TGO ทำการตัดทอนช่วงเวลาและดาวเทียมที่ทำให้เกิดคลื่นหลุด (Cycle Slip) ออก ใช้ข้อมูลวงโคจรอย่างหยาบ (Broadcast Ephemeris) เนื่องจากเส้นฐานที่นำมาใช้ในการวิจัย ก็ใช้ข้อมูลวงโคจรอย่างหยาบเช่นเดียวกัน ทำการปรับแก้โดยใช้หมุด 0730 (กรมแผนที่ทหาร) หรือ หมุด 100645 (กรมที่ดิน) เป็นหมุดควบคุมซึ่งอ้างอิงอยู่บนพื้นหลักฐาน WGS 84 บน ITRF 2000

การประมวลผลข้อมูลหมุดโยงยึดนี้เส้นฐานที่ได้จากการประมวลผลจะถูกนำไปรวมกับข้อมูลเส้นฐานของกรมที่ดินที่มีอยู่ก่อนแล้วไปทำการคำนวณปรับแก้ในรูปแบบต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้สำหรับทำการวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีเพียงเส้น

ฐานซึ่งเป็นเส้นเวคเตอร์จากการประมวลผลที่ใช้สำหรับโยงยึดระหว่างหมุดหลักฐาน เท่านั้น ไม่ได้ทำการปรับแก้แต่อย่างใด โดยมีข้อมูลและผลลัพธ์จากการประมวลผลเป็นดังรูปที่ 3-7 , 3-8 และรูปที่ ก-1



รูปที่ 3-7 แสดงโปรเจคต์เส้นฐานผลลัพธ์จากการประมวลผลหมุดโยงยึด



รูปที่ 3-8 แสดงเส้นฐานของหมุดโยงยึดในโครงข่ายหลังการประมวลผลเมื่อนำมารวมกับโครงข่ายทั้งหมดสำหรับทำการวิจัย

จากรูปที่ 3-8 ในพื้นที่วงรีสีเขียวแสดงเส้นฐานผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลหมุดโยงยึดของหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมที่ดินและกรมแผนที่ทหารที่นำมารวมกับโครงข่ายทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย

3.5.2 การประมวลผลหมุดตรวจสอบ

หลังจากการดาวน์โหลดข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณแล้ว ใช้ฟังก์ชั่น Convert to RINEX ของโปรแกรม TGO แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป RINEX ทำการประมวลผลหมุดตรวจสอบ โดยใช้โปรแกรม TGO และ SKIpro เพื่อนำมาใช้เปรียบเทียบผลที่ได้ในภายหลัง ทำการตัดทอนช่วงเวลาและดาวเทียมที่ทำให้เกิดคลื่นหลุด (Cycle Slip) ออก ใช้ข้อมูลวงโคจรอย่างหยาบ (Broadcast Ephemeris) เนื่องจากเส้นฐานที่นำมาใช้ในการวิจัยก็ใช้ข้อมูลวงโคจรอย่างหยาบเช่นเดียวกัน ทำการปรับแก้โดยใช้หมุดควบคุม ดังตารางที่ตารางที่ 3-3 และ 3-4 และรูปที่ 3-9

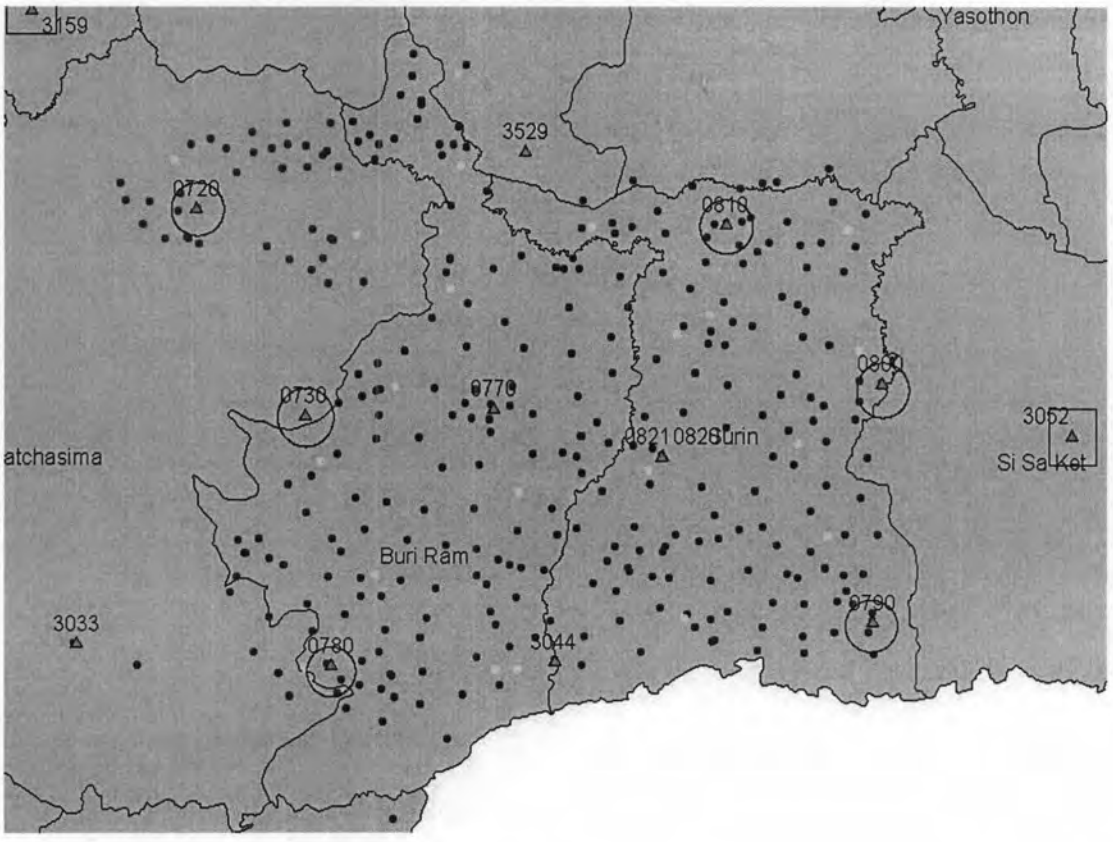
ตารางที่ 3-3 แสดงหมุดควบคุมสำหรับการออกปฏิบัติงานภาคสนามครั้งที่ 1

หมุดควบคุม	หมุดหลักฐาน
0720	101921 , 101959
0730	102842
0780	102837
0790	102998
0800	103008 , 103003
0810	103021 , 103024
3044	102820
3529	103011

ตารางที่ 3-4 แสดงหมุดควบคุมสำหรับการออกปฏิบัติงานภาคสนามครั้งที่ 2

หมุดควบคุม	หมุดหลักฐาน
0770	102829 , 102789 , D21807
0821	103027 , 102980
3044	102838
3044	102822
3044	102988
3529	102793

1 2592/213



รูปที่ 3-9 แสดงหมุดควบคุมสำหรับการออกปฏิบัติงานสนามเพื่อตรวจสอบผลการวิจัย

หมุดที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับแก้ด้วยวิธีต่างๆในการวิจัยนี้ มีจำนวน 20 หมุด กระจายตัวอยู่ตามจุดต่างๆทั่วพื้นที่ จ.บุรีรัมย์ และ จ.สุรินทร์ และบางส่วนของพื้นที่ จ.นครราชสีมา จะนำผลลัพธ์จากการประมวลผลและปรับแก้มาไว้ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการแปลงค่าพิกัดด้วยวิธีการต่างๆทั้ง 5 วิธี ข้อมูลและผลลัพธ์จากการประมวลผลและปรับแก้หมุดตรวจสอบโดยใช้ค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารมาตรึง มีดังตารางที่ 3-5

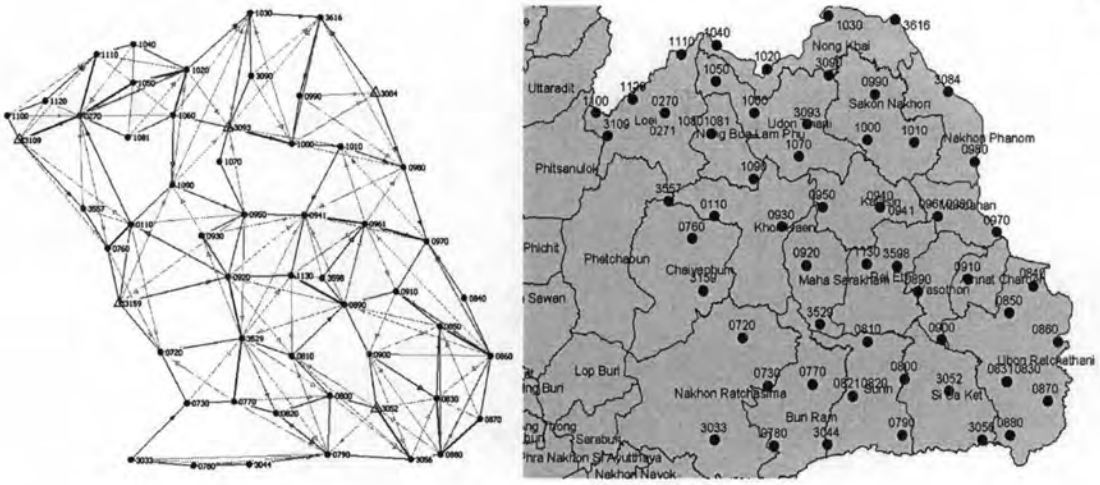
ตารางที่ 3-5 แสดงค่าพิกัดทางราบในระบบ WGS84 ทั้งรูปแบบยูทีเอ็มกริดและระบบพิกัดภูมิศาสตร์ของหมุดตรวจสอบที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลการปฏิบัติงานสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลจีพีเอสทั้ง 2 ครั้ง

Number	Point	N	E	Lat	Lon
1	101921	1,699,270.384	263,260.815	15°21'33.36232"N	102°47'40.82426"E
2	101959	1,718,416.689	219,522.957	15°31'40.02195"N	102°23'07.25993"E
3	102789	1,685,387.308	286,145.521	15°14'09.00217"N	103°00'32.19348"E
4	102793	1,714,929.220	289,871.817	15°30'11.04659"N	103°02'28.06366"E
5	102820	1,595,234.800	295,132.236	14°25'18.88083"N	103°05'58.93028"E
6	102822	1,595,221.685	300,592.882	14°25'19.90261"N	103°09'01.21044"E
7	102829	1,662,977.964	272,253.568	15°01'55.86166"N	102°52'54.04469"E
8	102837	1,596,797.000	248,118.945	14°25'55.60248"N	102°39'49.34632"E
9	102838	1,618,775.095	265,847.512	14°37'56.12339"N	102°49'34.02585"E
10	102842	1,646,251.530	253,254.697	14°52'45.70433"N	102°42'24.01440"E
11	102980	1,642,170.089	333,972.790	14°50'55.49547"N	103°27'24.87859"E
12	102988	1,606,535.057	342,064.716	14°31'37.75567"N	103°32'03.29612"E
13	102998	1,625,500.045	377,342.495	14°42'01.47965"N	103°51'38.57720"E
14	103003	1,668,153.513	386,120.773	15°05'10.94735"N	103°56'25.28862"E
15	103008	1,647,201.702	370,418.438	14°53'46.52065"N	103°47'43.18911"E
16	103011	1699243.111	321585.498	15°21'49.44450"N	103°20'16.09394"E
17	103021	1,696,970.402	383,850.752	15°20'48.34649"N	103°55'04.47242"E
18	103024	1,677,261.575	349,925.906	15°10'00.73763"N	103°36'11.12348"E
19	103027	1,673,127.110	341,836.058	15°07'44.48908"N	103°31'41.03087"E
20	D21807	1,637,884.667	302,026.749	14°48'28.21688"N	103°09'37.53271"E

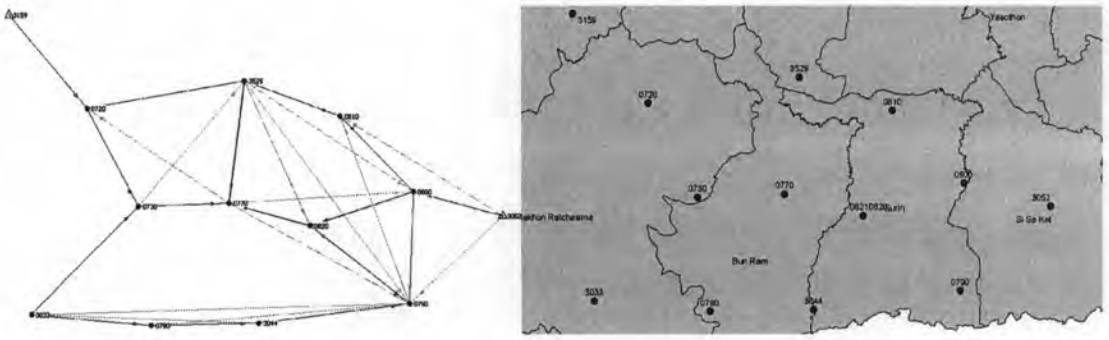
3.6 การทำให้ระบบพิกัดเป็นเอกภาพ

จากการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน ดังที่ได้กล่าวมาในขั้นต้น พบว่า มีค่าต่างพิกัดทางราบเฉลี่ยประมาณ 1.4 เมตรในทิศทาง -76° 47' 5.261" เพื่อให้สามารถนำหมุดหลักฐานที่จัดสร้างจากต่างหน่วยงานกันมาใช้งานร่วมกันได้โดยมีระบบพิกัดและค่าความถูกต้องในระดับเดียวกัน ไม่เกิดความสับสนเนื่องจากหมุดหลักฐานหมุดเดียวกันมีค่าพิกัดจากแต่ละหน่วยงานที่แตกต่างกันมากจนเกินไป และหากนำไปใช้ในงานแผนที่ซึ่งมีมาตราส่วนใหญ่ เช่น 1 : 1,000 ก็อาจทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่นหรือเกิดการซ้อนทับรายละเอียดของแผนที่ได้ จึงต้องทำการแปลงค่าพิกัด โดยใช้ข้อมูลหมุดหลักฐานที่จัดสร้างโดยกรมแผนที่ทหารเป็นหลักในการแปลง เนื่องจากกรมแผนที่ทหารเป็นหน่วยงานหลักที่มีภารกิจในการจัดสร้างโครงข่ายหมุดหลักฐานของประเทศไทย จัดสร้างหมุดได้เกณฑ์มาตรฐานความละเอียดถูกต้องประเภทงานชั้น A และงานชั้น B ตามเกณฑ์มาตรฐาน FGCC (Fedural Geodetic Control Committee) Version 5.0 : May 11, 1988 (กองยีออเดซีและยีออฟิสิกส์, 2547) ทำการรังวัดเป็นช่วงคาบเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ประมวลผลโดยใช้ Precise Ephemeris โยงยึดออกจากหมุดในโครงการ THAICA ซึ่งมีความถูกต้องสูง ทำการปรับแก้ข้อมูลร่วมกันทั้งโครงข่ายและได้ทำการรังวัดตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ ทำให้มีความน่าเชื่อถือสูง ซึ่งจะทำการทดสอบผลลัพธ์ความเป็นเอกภาพด้วยค่าทางสถิติ ดังที่จะได้กล่าวถึงในลำดับต่อไป

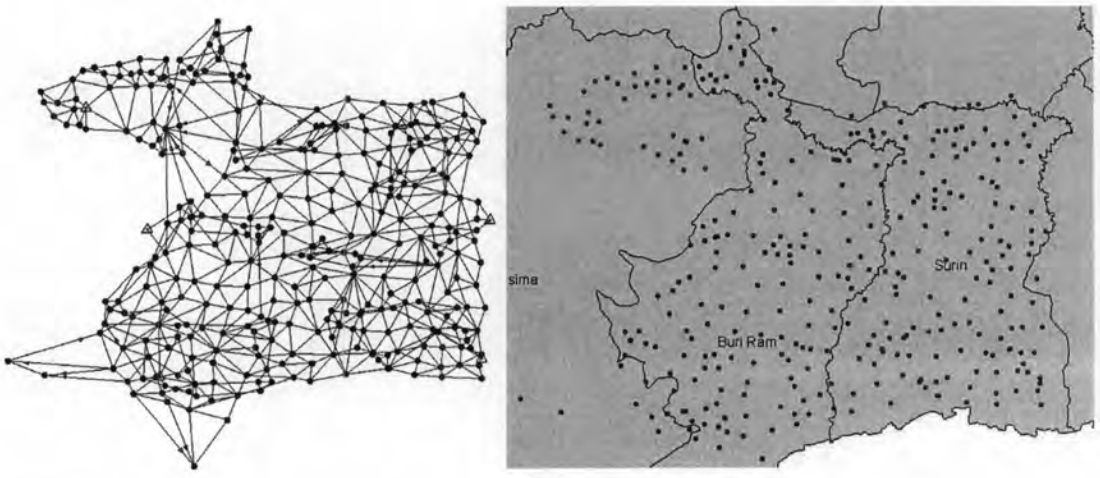
โครงข่ายหมุดหลักฐานที่จะนำมาใช้ทำการวิจัยประกอบด้วย โครงข่ายหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหารบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของโครงข่ายเพื่อตัดสินใจเลือกใช้เป็นโครงข่ายอ้างอิงในการปรับโครงข่ายกรมที่ดิน รูปที่ 3-10 โครงข่ายหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหารที่เลือกมาใช้ทำการวิจัย รูปที่ 3-11 โครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมที่ดินที่ใช้สำหรับการวิจัยวิธีที่ 3.6.3 และ 3.6.5 ดังรูปที่ 3-12 และโครงข่ายรวมหมุดหลักฐานของกรมที่ดินและหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหารที่ใช้สำหรับการวิจัยวิธีที่ 3.6.4 ดังรูปที่ 3-13



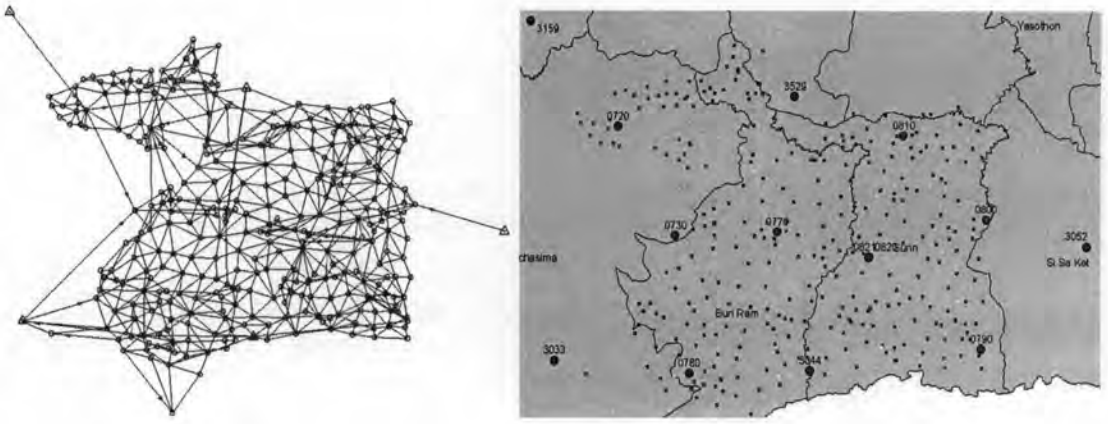
รูปที่ 3-10 โครงข่ายหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหารบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 3-11 โครงข่ายหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหารที่เลือกมาใช้ทำการวิจัย



รูปที่ 3-12 โครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมที่ดิน



รูปที่ 3-13 โครงข่ายรวมหมุดหลักฐานของกรมที่ดินและหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร

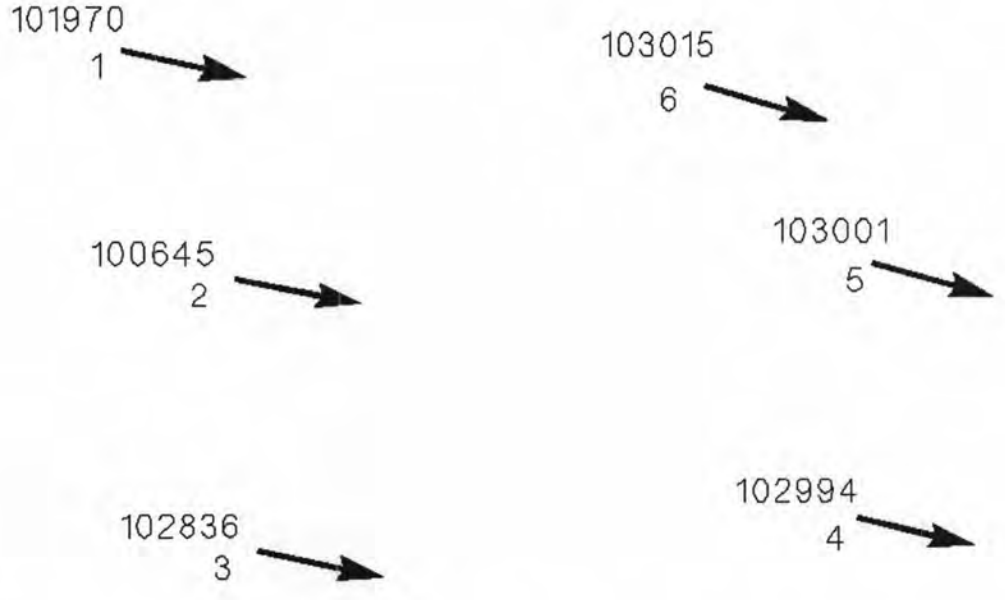
แนวคิดที่ได้เสนอขึ้นนี้มีความหลากหลาย ยุ่งยากและซับซ้อนแตกต่างกัน วิธีทำและโปรแกรมที่ใช้ไม่เหมือนกัน และให้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนี้

3.6.1 วิธีการแปลงค่าพิกัดโดยใช้ค่าเลื่อนเฉลี่ย

เนื่องจากหมุดหลักฐานร่วมที่ใช้ในการวิจัยนี้มีค่าพิกัดที่แตกต่างกันอยู่โดยเฉลี่ยประมาณ 1.4 เมตร ในทิศทาง -76° 47' 5.261" หรือทาง N 0.315 เมตร และทาง E -1.345 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด ดังนั้นหากสามารถหาค่าความแตกต่างทางราบโดยเฉลี่ยของหมุดหลักฐานร่วมทั้งหมดนี้ได้ ก็อาจจะสามารถปรับค่าพิกัดหมุดหลักฐานอื่นๆที่เหลือในโครงข่ายให้มีค่าพิกัดที่อยู่ในระบบเดียวกันได้โดยง่าย ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้ ใช้ค่าพิกัดจากหมุดร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินทั้ง 6 หมุด ได้แก่ หมุดดังตารางที่ 3-6 และรูปที่ 3-14 มาทำการหาค่าต่างเฉลี่ยทาง N และ E ระหว่างหมุดหลักฐานของกรมที่ดินเทียบกับกรมแผนที่ทหาร โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เมื่อหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแกนได้แล้ว ทำการปรับแก้หมุดหลักฐานของกรมที่ดินทั้งหมดด้วยค่าที่ได้นี้ โดยการบวกค่าต่างเฉลี่ยที่ได้แต่ละแกนเข้ากับค่าพิกัดเดิมในแต่ละแกน

ตารางที่ 3-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าพิกัดทางราบของหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร และกรมที่ดินบน WGS84 โซน UTM48

หมุดหลักฐาน		กรมแผนที่ทหาร (RTSD)		กรมที่ดิน (DOL)		ค่าต่าง (RTSD-DOL)		
RTSD	DOL	N	E	N	E	delN	delE	Dist
0720	101970	1706551.392	225421.281	1706551.104	225422.641	0.288	-1.360	1.390
0730	100645	1657021.541	250325.028	1657021.263	250326.414	0.278	-1.386	1.414
0780	102836	1597187.241	255173.153	1597186.955	255174.525	0.286	-1.372	1.401
0790	102994	1604322.397	387989.891	1604322.093	387991.181	0.304	-1.290	1.325
0800	103001	1660365.873	391612.497	1660365.516	391613.829	0.357	-1.332	1.379
0810	103015	1699085.487	354882.668	1699085.110	354883.996	0.377	-1.328	1.380



รูปที่ 3-14 แสดงขนาดและทิศทางค่าต่างพิกัดระหว่างหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน (กรมแผนที่ทหาร – กรมที่ดิน) จำนวน 6 หมุด

3.6.2 วิธีการแปลงค่าพิกัดแบบแอฟไฟน์

ในการทำงานวิจัยทั้ง 4 วิธี จากทั้งหมด 5 วิธี จำเป็นต้องใช้เส้นฐานในการคำนวณปรับแก้ แต่วิธีนี้ จะใช้เพียงค่าพิกัด ณ ปัจจุบัน มาประมวลผลด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเท่านั้น ซึ่งการใช้วิธีการแปลงแบบแอฟไฟน์ จะให้ค่าผลลัพธ์ที่มีจุดกำเนิดอยู่ที่จุดศูนย์กลางมวลของโลก ไม่ใช่บนพื้นผิวโลก ซึ่งจะทำให้ค่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องเฉพาะพื้นที่ใกล้จุดกำเนิด ซึ่งถูกย้ายมาอยู่บนพื้นผิวโลกเท่านั้น ในบริเวณที่ไกลออกไป ก็ยิ่งให้ผลลัพธ์ที่แย่ลง

ทำการเขียนโปรแกรมการคำนวณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยใช้โปรแกรม Mathematica 4 ทำการแปลงแบบแอฟไฟน์ (Affine Parametric Transformation) ด้วยค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานร่วมระหว่างกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน โดยใช้สมการการแปลงแบบแอฟไฟน์ ดังนี้

$$x = a.X + b.Y + c$$

$$y = d.X + e.Y + f$$

โดย x, y เป็นค่าพิกัดทางราบของหมุดหลักฐานกรมที่ดิน

X, Y เป็นค่าพิกัดทางราบของหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร

a, b, c, d, e, f เป็นค่าพารามิเตอร์ในการแปลง

จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์จากการคำนวณมาแทนค่าเพื่อทำการแปลงค่าพิกัดหมุดหลักฐานของกรมที่ดินในโปรแกรมที่เขียนขึ้นจากการคำนวณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดนี้อีกครั้ง จะได้ค่าพิกัดหมุดหลักฐานของกรมที่ดินชุดใหม่ที่อ้างอิงอยู่บน WGS 84 บน ITRF 2000

3.6.3 วิธีการปรับแก้โครงข่ายใหม่โดยใช้เส้นฐานของกรมที่ดิน

วิธีการนี้ใช้คำสั่งการปรับแก้โครงข่ายด้วยโปรแกรมการใช้งานด้านจีพีเอสโดยตรง ทำการคำนวณปรับแก้ตามปกติ ใช้ซอฟท์แวร์และฟังก์ชั่นตามโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีอยู่แล้ว โดยซอฟท์แวร์จะทำการคำนวณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ความถูกต้องที่ดีจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลเส้นฐานที่มีทั้งหมดของกรมที่ดินเพียงแหล่งเดียวมาใช้ในการคำนวณ เพื่อที่จะดูผลลัพธ์จากการคำนวณปรับแก้โดยใช้เพียงข้อมูลจากแหล่งเดียวไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากหน่วยงานอื่นมาประกอบ เพราะหากนำไปใช้งานจริงอาจมีปัญหาในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลได้

เนื่องจากเส้นฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลของกรมที่ดินนั้นจัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุล SSF ซึ่งเปิดได้ด้วยโปรแกรม TGO จึงใช้โปรแกรมนี้ในการปรับแก้โดยใช้คำสั่ง Adjustment ใช้หมุดหลักฐานร่วม 6 หมุดเป็นหมุดควบคุม แต่ใช้ค่าพิกัดหมุดที่ได้จากกรมแผนที่ทหาร ซึ่งอ้างอิงอยู่บนพื้นหลักฐาน WGS 84 บน ITRF 2000 เป็นหมุดควบคุม ทำให้ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานของกรมที่ดินที่ได้จากการปรับแก้จะอ้างอิงอยู่บนพื้นหลักฐาน WGS 84 บน ITRF 2000 ด้วย

3.6.4 วิธีการปรับแก้โครงข่ายใหม่โดยใช้เส้นฐานของกรมที่ดินร่วมกับกรมแผนที่ทหาร

ข้อมูลเส้นฐานของกรมแผนที่ทหารเป็นข้อมูลเส้นฐานขนาดยาว ที่มีการรับสัญญาณเป็นช่วงเวลาที่ยาวนาน ในการประมวลผลข้อมูลได้นำข้อมูลค่าวงโคจรอย่างละเอียด (Precise Ephemeris) มาคำนวณร่วมด้วยเพื่อความถูกต้องที่ดียิ่งขึ้นของข้อมูลเส้นฐาน นอกจากนี้ โครงข่ายหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารที่อยู่ในบริเวณที่เลือกนี้เป็นโครงข่ายหมุดหลักฐานชั้นรอง ซึ่งมีความถูกต้องสูง ทำการรังวัดเป็นเวลานาน ออกจากหมุดหลักฐานหลัก และได้มีการตรวจสอบอยู่เสมอตามข้อกำหนดการรังวัดตรวจสอบหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร ดังนั้น จึงน่าจะทำให้ผลลัพธ์ในการคำนวณปรับแก้ออกมาดีขึ้น หากนำเส้นฐานคุณภาพดีจากกรมแผนที่ทหารเหล่านี้มาคำนวณร่วมด้วย เพื่อช่วยขึงยึดเส้นฐานจากกรมที่ดินด้วยการคำนวณปรับแก้ในส่วนฟังก์ชั่น Adjustment เหมือนลำดับขั้นตอนในการคำนวณและปรับแก้เส้นฐานตามปกติ ก็น่าจะให้ข้อมูลผลลัพธ์ที่มีผลดีมาก ซึ่งทำได้โดย

นำเข้าข้อมูลเส้นฐานของกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินด้วยโปรแกรม TGO ในเบื้องต้นหมุดที่เป็นหมุดร่วมระหว่างทั้ง 2 หน่วยงานถูกตั้งชื่อไว้ไม่เหมือนกัน จึงต้องทำการแก้ไขชื่อให้ตรงกันเสียก่อน (Rename) เนื่องจากหมุดจากทั้ง 2 หน่วยงานมีค่าพิกัดต่างกัน หลังจากเปลี่ยนให้ชื่อตรงกันแล้ว ต้องทำการดึงให้หมุดแต่ละคู่กลายเป็นหมุดเดียวกัน หลังจากนั้นจึงทำการคำนวณปรับแก้ร่วมกัน โดยใช้คำสั่ง Adjustment ใช้หมุดหลักฐานร่วม 6 หมุดเป็นหมุดควบคุม แต่ใช้ค่าพิกัดหมุดที่ได้จากกรมแผนที่ทหาร ซึ่งอ้างอิงอยู่บนพื้นหลักฐาน WGS 84 บน ITRF 2000 เป็นหมุดควบคุม ทำให้ค่าพิกัดของหมุดหลักฐานของทั้งกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดินที่ได้จากการปรับแก้จะอ้างอิงอยู่บนพื้นหลักฐาน WGS 84 บน ITRF 2000 ด้วยทั้งคู่

3.6.5 วิธีการแปลงค่าพิกัดโดยใช้เส้นฐานของกรมที่ดิน

การคำนวณปรับแก้ข้อมูลเส้นฐานโดยการเลือกใช้หมุดควบคุม (Fix) ทีละหมุด แล้วทำการปรับแก้ในฟังก์ชั่น Adjustment อาจทำได้ยาก เนื่องจากเราจำเป็นต้องทราบหมุดควบคุมที่อยู่ในรูปแบบค่าพิกัดทั้งในระบบเดิมและระบบพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิง แล้วเลือกควบคุมทีละหมุด จากกนั้นจึงจะทำการสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณปรับแก้ ซึ่งเท่ากับการเข้าไปทำงานซ้ำอีกครั้งเหมือนตอนที่ได้ข้อมูลดิบมาครั้งแรก แต่หากเราใช้ฟังก์ชั่นในการทำ GPS Site Calibration หมุดควบคุมอาจไม่จำเป็นต้องได้มาโดยการเก็บข้อมูลด้วยจีพีเอสก็ได้ เพียงแต่มีค่าพิกัดที่เหมาะสมที่เชื่อถือได้ ก็สามารถนำมาใช้ทำเป็นหมุดควบคุมในการคำนวณแปลงค่าได้แล้ว เช่น หมุดจากการทำงานวงรอบ เป็นต้น จึงทำงานในลักษณะเสมือนการขึงยึดโครงข่ายอย่างง่าย ด้วยการเลือกจับคู่ตำแหน่งหมุดในปัจจุบันกับตำแหน่งใหม่ที่ต้องการ

เมื่อทำการนำเข้าเส้นฐานของกรมที่ดินเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการเลือกรูปแบบการแปลงค่าพิกัดเป็นแบบ Horizontal Adjustment หรือ 7 Parameters จากนั้นทำการเลือกหมุดที่จะใช้เป็นหมุดสำหรับการแปลงจำนวน 6 หมุด ซึ่งเป็นหมุดหลักฐานร่วมของกรมแผนที่ทหารและกรมที่ดิน

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการปรับแก้ทั้ง 5 รูปแบบ กระทำโดยใช้หมุดตรวจสอบจำนวน 20 หมุด ซึ่งจะนำเสนอในบทที่ 4 ต่อไป