บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาการทางด้านเครื่องมือสำรวจ มีการพัฒนาต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การทำงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น การสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอสได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในปัจจุบันนี้ เนื่องจากว่าสามารถลดเวลาการทำงานได้เป็นอย่างดี ประหยัดค่าใช้จ่าย และยังให้ผลลัพธ์ทางตำแหน่งที่มีความถูกต้องสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งตำแหน่งในทางราบ และยังสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของค่าระยะทางระหว่างจุด 2 จุด หรือที่เรียกกันว่า เส้นฐาน (Baseline) สิ่งที่มีผลกระทบต่อความถูกต้องต่อการประมวลผลเส้นฐานคือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) มีผลทำให้ตำแหน่งของเครื่องรับที่ประมวลผลออกมาได้มีค่าไม่ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนเหล่านั้นคือ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตำแหน่งดาวเทียม ความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากนาฬิกาบนดาวเทียมและเครื่องรับ การหักเหในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

ในส่วนของการหักเหเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศที่มีผลกระทบต่อการทำงานรังวัดดาวเทียมจีพีเอส คือ ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ในส่วนของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์สามารถที่จะขจัดออกไปได้โดยใช้เครื่องรับแบบสองความถี่ แต่การหักเหในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ไม่สามารถขจัดได้โดยใช้เครื่องรับแบบสองความถี่ ในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์การหักเหนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศขณะทำการรังวัด จึงจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์มาปรับแก้การหักเหเนื่องจากชั้นบรรยากาศ ที่เหมาะสม ในสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันก็ย่อมที่จะเลือกใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ที่แตกต่างกันออกไปเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่และสภาพอากาศที่แตกต่างกันไปในบริเวณนั้น ๆ ในปัจจุบันได้มีแบบจำลองมาตรฐานต่าง ๆ ที่จะนำมาซึ่งลดค่าการหักเหเนื่องจากชั้นบรรยากาศในครั้งนี้ เนื่องจากแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ มีอยู่หลายแบบจำลองมาตรฐาน แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้มี 3 แบบจำลองคือ Hopfield , Simplified Hopfield และ Saastamoinen รวมถึงการไม่ใช้แบบจำลองมาตรฐาน ซึ่งแบบจำลองมาตรฐานดังกล่าวล้วนแล้วแต่ถูกพัฒนาขึ้นจากการใช้ข้อมูลจริงที่มีอยู่ในภูมิภาคหรือพื้นที่ที่ทำการทดลองในต่างประเทศ ซึ่งแน่นอนว่าไม่เคยมีการใช้หรือทดสอบกับข้อมูลในบริเวณประเทศไทย ในงานวิจัยนี้ เพื่อต้องการที่จะนำมาศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้แบบจำลองใน

ประเทศไทย โดยนำแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ทั้ง 3 แบบ และการไม่ใช้แบบจำลองมาตรฐาน มาทำการเปรียบเทียบกับซอฟต์แวร์ Bernese ซึ่งถือว่าเป็นซอฟต์แวร์สำหรับงานวิจัยที่มีการปรับแก้ค่าการหักเหเนื่องจากชั้นบรรยากาศต่าง ๆ ที่ละเอียด ซึ่งซอฟต์แวร์นี้จะมีการคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่ละเอียดมากกว่าซอฟต์แวร์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ จึงทำให้สามารถลดค่าการหักเหเกี่ยวกับชั้นบรรยากาศออกไปได้มากกว่า และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าให้ค่าความถูกต้องสูงมาเป็นตัวอ้างอิงที่ได้ผลจากแบบจำลองมาตรฐาน

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเหมาะสมของการใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์แต่ละชนิดในประเทศไทยในการประมวลผลเส้นฐาน

2. เพื่อศึกษาถึงวิธีการประมวลผลข้อมูลจีพีเอส โดยใช้ซอฟต์แวร์ Bernese ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับงานวิจัย

1.3 แนวเหตุผล ทฤษฎีสำคัญ หรือสมมุติฐาน

การทำงานรังวัดดาวเทียมเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในการรังวัดเพื่อช่วยให้การทำงานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น และมีความถูกต้องทางตำแหน่งสูง จึงนำเอางานรังวัดดาวเทียมระบบจีพีเอส มาประยุกต์ใช้ในการหาตำแหน่ง โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่เพื่อใช้ในการคำนวณหาระยะความยาวของเส้นฐานด้วยวิธีการรังวัดแบบสถิต ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ค่าความถูกต้องสูง ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ (2537) ได้อธิบายถึงการทำงานรังวัดแบบสถิตไว้ดังนี้ “ *การทำงานรังวัดแบบสถิต เป็นวิธีการทำงานที่เครื่องรับสัญญาณไม่มีการเคลื่อนที่ เครื่องรับสัญญาณจะถูกวางไว้ที่จุดปลายของเส้นฐานที่ต้องการหาความยาวหรือตำแหน่งสัมพัทธ์ ระยะเวลาที่รับสัญญาณ คือ ระยะเวลาที่นานเพียงพอที่จะนำมาหาค่าเลขปริศนาได้ตามเกณฑ์ที่ความถูกต้องที่ต้องการ ระยะเวลาที่รับสัญญาณจึงขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นฐาน จำนวนดาวเทียมรวมทั้งเรขาคณิตด้วย* ”

ในการประมวลผลเส้นฐานนี้จะต้องใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อยสองเครื่องในการทำงานและผลที่ได้จะอยู่ในรูปของระยะทางระหว่างจุด 2 จุด เรียกว่า เส้นฐาน (Baseline) ในการประมวลผลเส้นฐานนี้จะมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้การประมวลผลมีค่าความถูกต้องมากยิ่งขึ้น รวมถึงวิธีการทำงานเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง ปัจจัยที่มีผลต่อการประมวลผลก็คือ ระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม จำนวนดาวเทียมที่ได้รับ เรขาคณิตของดาวเทียมในขณะการรับสัญญาณ ขนาดของความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ แบบจำลองค่าความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่ใช้ในการประมวลผลความยาวของเส้นฐาน และการหักเหในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

การหักเหในชั้นบรรยากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จะทำให้ผลลัพธ์ของการประมวลผลเส้นฐานมีค่าที่ถูกต้อง สำหรับชั้นบรรยากาศที่จะมีผลต่อการทำงานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอส คือ ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ และชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์

การหักเหในชั้นไอโอโนสเฟียร์ การหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชั้นไอโอโนสเฟียร์ขึ้นอยู่กับจำนวนอิเลคตรอนตามเส้นทางที่คลื่นผ่านลงมา สิ่งที่มีผลต่อจำนวนอิเลคตรอนคือ Solar activity และสนามแม่เหล็กโลก ดังนั้นการหักเหของคลื่นจึงขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่น ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ และเวลา ผลของการวัดระยะอาจแปรเปลี่ยนตั้งแต่ขนาดเล็กกว่า 1 เมตรไปจนถึง 100 เมตร (ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ, 2537) โดยที่เหตุการหักเหของคลื่นในชั้นไอโอโนสเฟียร์แปรผันความถี่ เครื่องรับแบบสองความถี่จึงได้ประโยชน์จากข้อเท็จจริงนี้ ขจัดค่าการหักเหที่เกิดจากการเดินทางผ่านในชั้นไอโอโนสเฟียร์

การหักเหชั้นโทรโพสเฟียร์ การหักเหในชั้นโทรโพสเฟียร์ไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นส่ง แต่ขึ้นอยู่กับความกดดันบรรยากาศ อุณหภูมิ และความชื้นในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนประกอบคือ ส่วนประกอบแห้งและส่วนประกอบชื้น โดยส่วนประกอบแห้งจะมีขนาด 90 % ของการหักเหในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ส่วนประกอบชื้นจะขึ้นอยู่กับความกดดันของไอน้ำในอากาศประมาณ 10 % ของการหักเหในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ การหักเหในแนวดิ่งมีค่าประมาณ 2 – 3 เมตร และเพิ่มมากขึ้นในแนวราบ ที่มุมสูงใกล้ 0 องศา การหักเหมีค่าประมาณ 20 – 30 เมตร ถึงแม้อิทธิพลของส่วนประกอบแห้งจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนชื้น แต่การคำนวณส่วนแห้งจะมีค่าความถูกต้องมากกว่าส่วนชื้น ความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ ±1% (Rizos, 1997)

เนื่องจากว่าในการหักเหในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ การหักเหนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ และความชื้นในอากาศขณะทำการรังวัด ซึ่งในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องมีการลดค่าคลาดเคลื่อนในการหักเหดังกล่าวโดยการใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ที่เหมาะสม ซึ่งแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ที่ใช้ในงานวิจัยมีอยู่ดังนี้คือ

1. แบบจำลอง Hopfield Hopfield ได้พัฒนาแบบจำลองชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ในปี ค.ศ.1969 โดยการใช้ข้อมูลจริงที่ครอบคลุมทั่วโลก แบบจำลองนี้ได้ประยุกต์จาก Single layer polytropic model ชั้นบรรยากาศอยู่ระหว่างพื้นผิวโลกที่มีความสูงตั้งแต่ 11 และ 40 กิโลเมตร สำหรับส่วนที่ชื้นและแห้ง ตามลำดับ (Hopfield, 1969)

ในส่วนแบบจำลองนี้ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับ US Standard Atmosphere Supplement 1996 โดย Janes, Langley and Newby (1991) โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น สถานที่ทำการรับสัญญาณดาวเทียม มุมสูงเหนือศีรษะของดาวเทียม และ ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

ผลจากการทดสอบนี้พบว่า ค่าการหักเหในชั้นโทรโพสเฟียร์กับค่ามุมสูงเหนือศีรษะของดาวเทียมที่แตกต่างกันของแบบจำลอง Hopfield ปรากฏว่า ถ้ามีค่ามุมสูงเหนือศีรษะของดาวเทียมมากก็จะทำให้ค่าการหักเหในชั้นโทรโพสเฟียร์มากตามไปด้วย สามารถดูได้จาก (Janes, Langley and Newby, 1991)

2. แบบจำลอง Simplified Hopfield เป็นการพัฒนามาจากแบบจำลอง Hopfield โดยสมมุติให้อัตราการลดลงของอุณหภูมิที่ 6.8°C / km. พิจารณาความสูงของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์มีค่าคงที่

ในส่วนของแบบจำลองนี้ Goad and Goodman (1974) ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์คือ Saastamoinen , Saastamoinen Marini โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบจำนวน 15 ตัวอย่าง แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ มุมสูงในการรับสัญญาณดาวเทียมที่แตกต่างกัน สถานที่ที่ทำการทดสอบที่แตกต่างกัน ความสูง อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์

พบว่า มุมสูงในการรับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ 5° เป็นต้นไป แบบจำลอง Simplified ให้ค่า Root Mean Square Error ; RMSE ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ แบบจำลอง Saastamonien และ Saastamonien Marini (ดูรายละเอียดใน IBID, 1974)

3. แบบจำลอง Saastamoinen ได้ทำการแบ่งสภาพบรรยากาศแบบแห้งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก Polytropic troposphere ซึ่งขยายจากพื้นผิวไปจนถึงความสูงประมาณ 11 – 12 กิโลเมตร และ ส่วนที่ 2 คือ Isothermal stratosphere ที่นับต่อเนื่องจากชั้นโทรโพสเฟียร์ไปประมาณ 50 กิโลเมตร

จากการทดสอบในแบบจำลองนี้ได้มีการเปรียบเทียบกับแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ทั้งหมด 15 แบบจำลอง ได้มีการเปรียบเทียบกับ Herring mapping function Mendes and Langley (1994) โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น มุมที่ทำการรับสัญญาณดาวเทียม ระยะเวลาในการรับสัญญาณดาวเทียม สถานที่ทำการรับสัญญาณดาวเทียม ความสูง

จากผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป พบว่า แบบจำลอง Saastamoinen จะให้ผลลัพธ์ของการหักเหในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ดีที่สุด เมื่อมีค่ามุมสูงในการรับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ 10 องศา เป็นต้นไป (สามารถ ดูรายละเอียดใน IBID, 1994)

จากแบบจำลองมาตรฐานทั้ง 3 แบบจำลองข้างต้น ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาค่าความเหมาะสมในแต่ละแบบจำลอง จะใช้ข้อมูลที่แตกต่างกันในการทดสอบตัวอย่างเช่น ช่วงเวลาในการทดสอบ สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ ความแตกต่างกันทางด้านสภาพภูมิประเทศ และความแตกต่างกันด้านอุณหภูมิ เป็นต้น ฉะนั้นจึงจำให้ผลของการทดสอบที่ได้มีค่าที่แตกต่างกันออกไป

4. ไม่ใช้แบบจำลอง

จะไม่ใช้ค่าแก้เกี่ยวกับชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 3 ว่าจะให้ผลแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

ในกรณีที่เป็นพื้นที่ต่างระดับกัน ความล่าช้าในการรับสัญญาณดาวเทียมระบบจีพีเอส มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงระหว่างสถานีหลักและสถานีติดตาม Gurtner et al. (1989) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้แบบจำลองของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์จะเหมาะสมที่สุดกับพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ราบหรือพื้นที่ ระดับเดียวกัน ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีความต่างระดับกันจะทำให้ระยะทางของเส้นฐานระหว่าง 2 จุด มีค่าความผิดเกิดขึ้นได้ 2 – 5 มิลลิเมตรต่อความสูง 100 เมตร

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ สามารถกำหนดขอบเขตได้ดังนี้

1. ในการปฏิบัติงานลงภาคสนามการเก็บข้อมูลในการทำงาน ใช้หลักการวิธีการรังวัดแบบสถิต (Static) โดยการตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระยะและพื้นที่ ต่าง ๆ กัน พร้อมทั้งทำการวัดอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ในขณะทำการรังวัดทุก ๆ ชั่วโมง

2. ใช้ข้อมูลการรับสัญญาณดาวเทียมที่ได้จากการปฏิบัติงานจากการตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม เพื่อนำมาประมวลผลร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลเส้นฐานโดยมีแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น พร้อมทั้งประมวลผลเส้นฐานโดยไม่ใช้แบบจำลองมาตรฐาน

3. เปรียบเทียบผลเส้นฐานที่ได้จากซอฟต์แวร์กับช่วงระยะเวลาการรับสัญญาณดาวเทียม โดยคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

- ที่ระยะทางต่ำกว่า 20 กิโลเมตร ใช้ช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบจำนวน 2 ชั่วโมง
- ที่ระยะทางที่มากกว่า 20 กิโลเมตร แต่ไม่เกิน 100 กิโลเมตร ใช้ช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบจำนวน 3 ชั่วโมง

นำค่าที่ได้นี้มาเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการรับสัญญาณดาวเทียมที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ในการประมวลผลเส้นฐานที่มีอยู่ในซอฟต์แวร์

การประมวลผลข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ Bernese

เนื่องจากซอฟต์แวร์ Bernese เป็นซอฟต์แวร์ที่เป็นที่ยอมรับกันว่าให้ค่าความถูกต้องสูง และเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับงานวิจัย ซึ่งซอฟต์แวร์นี้จะมีการคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่ละเอียดมากกว่าซอฟต์แวร์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ดังเช่น มีการปรับแก้ค่าการหักเหในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และชั้นโทรโพสเฟียร์ที่ถูกต้องกว่า มีการปรับแก้ค่าคลาดเคลื่อนจาก Phase center offset ของเครื่องรับสัญญาณ รวมถึงค่าคลาดเคลื่อนอื่น ๆ ที่ละเอียดถูกต้องมากกว่า

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยจะแบ่งออกเป็น ดังนี้

5.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ที่ใช้ในงานวิจัย

5.1.1 Hopfield Model

5.1.2 Simplified Hopfield Model

5.1.3 Saastamoinen Model

5.2 ปฏิบัติงานภาคสนามเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเส้นฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1. ตรวจสอบพื้นที่และกำหนดตำแหน่งในการกำหนดหมุดในบริเวณพื้นที่ศึกษาจะใช้พื้นที่บริเวณจังหวัดจันทบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดชลบุรี หรือในจังหวัดที่มีความสูงต่ำของพื้นที่ที่ทำการรังวัดต่างระดับกันระหว่างจุด 2 จุด ที่แตกต่างกันมาก เพื่อต้องการทดสอบว่าในพื้นที่ต่างระดับกันโดยมีอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ที่แตกต่างกันระหว่างจุด 2 จุด ที่จะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด เมื่อเข้าสู่แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ดังกล่าว

5.2.2. กำหนดหมุดเพื่อใช้ในการวิจัยในพื้นที่ศึกษา

5.2.3. ทำการรังวัดดาวเทียมจีพีเอสของจุดที่เลือกไว้บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยทำการรังวัดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต่อหนึ่งเส้นฐาน และทำการวัดอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ในขณะทำการรังวัดทุก ๆ ชั่วโมง ซึ่งพื้นที่ที่ทำการวิจัย จะประกอบไปด้วยพื้นที่ที่มีระดับใกล้เคียงกันและพื้นที่ที่มีความต่างระดับ โดยจะทำการแบ่งความยาวของเส้นฐานออกเป็นทั้งหมด 2 ช่วง คือ

- ช่วงเส้นฐานขนาดสั้น มีความยาวของเส้นฐาน ต่ำกว่า 20 กิโลเมตร
- ช่วงเส้นฐานขนาดกลาง มีความยาวของเส้นฐาน มากกว่า 20 กิโลเมตร แต่ไม่เกิน 100 กิโลเมตร

5.2.4. ทำการประมวลผลเส้นฐานที่ได้จากการรังวัด โดยใช้โปรแกรม Bernese Version 4.2 ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐาน โดยใช้วิธี การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าตัวแปรของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์เข้าไปจากมาตรฐานเดิม ในการประมวลผลเส้นฐาน จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.2.5 ทำการประมวลผลเส้นฐานที่ได้จากการรังวัด โดยใช้โปรแกรม SKI – PRO Version 2.50 แล้วเข้าสู่แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ทั้ง 3 แบบจำลอง คือ Hopfield , Simplified Hopfield และ Saastamoinen พร้อมทั้งทำการประมวลผลเส้นฐานโดยไม่ใช้แบบจำลองมาตรฐาน โดยทำการแบ่งการประมวลผลเส้นฐานออกเป็นช่วง ๆ ตามขนาดของระยะทางที่ทำการทดสอบข้างต้น

5.2.6 วิเคราะห์และเปรียบเทียบจากแบบใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ตามขนาดของระยะทางที่ทำการทดสอบข้างต้น กับผลอ้างอิงที่ทำการรังวัด 1 ช่วง จำนวนการรังวัด 24 ชั่วโมง ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 กรณี คือ พื้นที่ที่มีระดับใกล้เคียงกันและพื้นที่ที่มีความต่างระดับ

5.3 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน

5.4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.5 เรียบเรียงวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลและแนวทางในการเลือกใช้แบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ในการประมวลผลเส้นฐาน จากแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ด้วยแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ ทั้ง 3 แบบจำลอง คือ Hopfield , Simplified Hopfield และ Saastamoinen ที่เหมาะสม พร้อมทั้งไม่ใช้แบบจำลองมาตรฐาน

2. ทำให้ทราบถึงผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาตรฐานโทรโพสเฟียร์ทั้ง 3 แบบ และไม่ใช้แบบจำลองมาตรฐาน ที่มีขนาดของระยะทางและพื้นที่ที่ต่างระดับกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย