บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการวิจัย

ผลของการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การหาค่าความสูงออร์โทเมตริกของหมุดดาวเทียมจีพีเอส โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 ร่วมกับการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอส และค่าความสูงออร์โทเมตริก ณ จุดควบคุมทางดิ่งหลัก ได้ผลดังนี้

1.1 ในพื้นที่ราบเมื่อนำแบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 มาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอสร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก หรือหมุดหลักฐานการระดับให้คงที่ ที่เหมาะสมคือ จำนวนสี่หมุด จะให้ผลลัพธ์ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างค่าความสูงที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 กับค่าความสูงจีออยด์จากระดับทะเลปานกลางที่เกาะหลักประเทศไทย โดยค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.057 เมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ 0.621 เมตร และค่าต่ำสุด -0.486 เมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.297 เมตร ไม่ว่าจุดควบคุมทางดิ่งหลักจะอยู่ตรงตำแหน่งใดของโครงข่ายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จะไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อพิจารณาร่วมกับการประเมินค่าความสูงออร์โทเมตริกที่ได้ทำการตรวจสอบเส้นฐานการรังวัดจำนวน 16 เส้นฐาน สำหรับการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับและค่าความสูงที่ได้จากการนำแบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 มาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอสร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งสี่หมุด ค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับและความสูงที่ได้จากการประมวลผลจะไม่แตกต่างกัน ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบ ผลของค่าความสูงออร์โทเมตริกที่ได้รับเพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในเกณฑ์ของงานระดับที่ไม่ต้องการความถูกต้องหรือชั้นที่ต่ำกว่างานชั้นที่ 3

1.2 ในพื้นที่ภูเขาเมื่อนำแบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 มาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอสร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก หรือหมุดหลักฐานการระดับให้คงที่ จำนวนสี่หมุด จะให้ผลลัพธ์ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างค่าความสูงที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 กับค่าความสูงจีออยด์ จากระดับทะเลปานกลางที่เกาะหลักประเทศไทย โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.125 เมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ 0.594 เมตร ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.445 เมตร และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.331 เมตร ไม่ว่าจุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ควบคุมทางดิ่งหลักจะอยู่ตรงตำแหน่งใดของโครงข่ายค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จะไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อพิจารณาร่วมกับการประเมินค่าความสูงออร์โทเมตริกที่ ได้ทำการตรวจสอบเส้นฐานการรังวัดจำนวน 18 เส้นฐาน ผลการตรวจสอบเมื่อกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักจำนวนหนึ่งหมุด ผ่านเกณฑ์งานชั้นที่ 3 จำนวน 7 เส้นฐาน สำหรับการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับและค่าความสูงที่ได้จากการนำแบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 มาประยุกต์ ใช้ในการประมวลผลการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอสร่วมกับการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก ผลที่ได้เมื่อใช้หมุดควบคุมทางดิ่งหลักสี่หมุด ค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับและความสูงที่ได้จากการประมวลผลจะไม่แตกต่างกัน ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่เขาสูงสลับกับที่ราบ ผลของค่าความสูงออร์โทเมดริกที่ได้รับ มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากจึงไม่เหมาะสมที่จะหาค่าความสูงออร์โทเมดริกด้วยวิธีการดังกล่าว สามารถกล่าวได้ว่าในพื้นที่ภูเขาหรือภาคเหนือไม่มีจำนวนจุดควบคุมทางดิ่งที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้งานได้

2. ในการนำวิธีการรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอส มาใช้แทนวิธีการระดับด้วยกล้องระดับ โดยข้อมูลจากการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส จะนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 และหมุดควบคุมทางดิ่งหลัก เพื่อให้ได้มาซึ่งความสูงออร์โทเมดริกที่มีความถูกต้องของหมุดควบคุม อีกทั้งยังช่วยลดเวลา และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะเป็นแนวทางพัฒนางานรังวัดด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอส เพื่อประยุกต์ใช้ในงานรังวัดควบคุมทางดิ่ง

อภิปรายผล

การวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้งานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าความสูงออร์โทเมตริกที่มีความถูกต้อง และเหมาะสมในการนำไปใช้งาน ผลที่ออกมาพอสรุปได้ดังนี้

1. ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 ร่วมกับการรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส และการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่ จำนวนสี่หมุด ให้ความคลาดเคลื่อนของค่าความสูงออร์โทเมตริก เท่ากับ 0.297 เมตร สำหรับพื้นที่ราบหรือพื้นที่ภาคกลาง แต่เมื่อพิจารณาการประเมินความถูกต้องของเส้นฐาน จะพบว่ามีเจ็ดเส้นฐานที่ไม่ผ่านการประเมิน สาเหตุอาจมาจากค่าความสูงของหมุดควบคุมทางดิ่งที่อยู่ปลายเส้นฐานอาจคลาดเคลื่อนเนื่องจากมีการหาค่ามานาน หรือมีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่เนื่องจากการทำระดับหาค่าความสูงของงานระดับ เกณฑ์งานก็มีความคลาดเคลื่อนในระดับหนึ่ง ดังนั้นโครงการที่จะสร้างหมุดควบคุมทางดิ่งในพื้นที่ภาคกลางซึ่งต้องการให้มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์เดียวกับผลการวิจัย ก็

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ศึกษาความเหมาะสมขั้นต้นของโครงการก่อสร้าง เป็นต้น

2. ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM 96 ร่วมกับการรังวัดดาวเทียมระบบจีพีเอส และการกำหนดค่าระดับของหมุดควบคุมทางดิ่งหลักให้คงที่ จำนวนสี่หมุด ให้ความคลาดเคลื่อนของค่าความสูงออร์โทเมตริก เท่ากับ 0.331 เมตร สำหรับพื้นที่เขาสูงสลับที่ราบหรือพื้นที่ภาคเหนือ แต่เมื่อพิจารณาการประเมินความถูกต้องของเส้นฐาน จะพบว่ามีสิบเอ็ดเส้นฐานที่ไม่ผ่านการประเมิน มีจำนวนมากกว่าครึ่งที่ไม่ผ่าน ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างสูงไม่เหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้

3. ภาคเหนือมีลักษณะภูมิประเทศภาคเหนือเป็นภูเขาสูงสลับกับพื้นที่ราบ เมื่อมีจุดควบคุมทางดิ่งที่เพียงพอสามารถที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงจีออยด์ ร่วมกับการรังวัดดาวเทียมระบบจีพีเอส และหมุดควบคุมทางดิ่ง แต่ในความเป็นจริงค่าความสูงที่ได้เมื่อนำมาประเมินความถูกต้องผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อน สาเหตุที่เกิดความคลาดเคลื่อนในพื้นที่ภาคเหนือค่อนข้างมาก เนื่องมาจาก ลักษณะภูมิประเทศภาคเหนือเป็นภูเขาสูงสลับกับพื้นที่ราบ ทำให้มีผลต่อแบบจำลองความสูง EGM96 เพราะแบบจำลองความสูง มีความละเอียดของตารางกริด ขนาด 15 x 15 ลิปดา และมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในย่าน 0.5 – 1 เมตร (กองยีออเดซี่และยีออฟิสิกส์, 2548) แต่ในภูมิประเทศภาคเหนือเป็นเขาสลับกับที่ราบ ในพื้นที่ขนาด 15 x 15 ลิปดา อาจจะมีลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เป็นเขาสูงและที่ราบ ดังนั้นหากต้องการที่จะนำวิธีการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงหาค่าความสูงออร์โทเมตริก ต้องมีแบบจำลองความสูงที่มีความละเอียดถูกต้องสำหรับภาคเหนือ

4. สำหรับกรณีเมื่อกำหนดหมุดควบคุมทางดิ่งจำนวนสองหมุด เมื่อนำค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับ และค่าความสูงที่ได้จากการประยุกต์ใช้การรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส ร่วมกับแบบจำลองความสูงมาเปรียบเทียบกัน โดยเปรียบเทียบค่าทั้งสองด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าความสูง ผลที่ได้ค่าความสูงที่ได้จากทั้งสองวิธีจะแตกต่างกัน สาเหตุน่าจะมาจากตำแหน่งที่ตั้งของหมุดควบคุมทางดิ่งนั้น แบบจำลองความสูงกับพื้นผิวจีออยด์ไม่สัมพันธ์กัน

5. ค่าความสูงออร์โทเมตริกของหมุดดาวเทียมจีพีเอส ที่ได้จากการประมวลผลมีค่าความละเอียดถูกต้องต่ำกว่าเกณฑ์งานระดับชั้นที่ 3 แต่สำหรับในพื้นที่ภาคกลางอาจนำไปใช้ในงานได้ในขอบเขตที่จำกัด เช่น งานในพื้นที่เฉพาะโครงการ หรือในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีหมุดระดับ สำหรับในพื้นที่ภาคเหนือผลที่ได้จะมีความคลาดเคลื่อนที่สูงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ ยกเว้นใช้เพื่อศึกษาความเหมาะสมขั้นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ควรจะมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลองความสูงจีออยด์ สำหรับพื้นที่อื่น ๆ ให้ครอบคลุมทั่วประเทศโดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ ซึ่งลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับพื้นที่ราบ และค่าความสูงที่ได้จากการทำระดับควรจะมีการรังวัดเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง รวมทั้งปรับแก้ค่าให้มีความถูกต้องอยู่เสมอ

ในการประยุกต์ใช้การรังวัดด้วยดาวเทียมระบบจีพีเอส ร่วมกับแบบจำลองความสูงจีออยด์ EGM96 และหมุดควบคุมทางดิ่ง ในด้านความเหมาะสมที่สุด (Optimization Problem) ของหมุดควบคุมทางดิ่ง มีทฤษฎีที่น่าสนใจ คือ เจนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) ซึ่งเป็นกระบวนการวิธีหนึ่งสำหรับใช้ในการหาค่าเหมาะสมที่สุด (พัฒนะ พงศ์จริยา, 2545) โดยอาศัยการวนซ้ำคำนวณหลาย ๆ รอบ แต่ทำให้ต้องใช้เวลาในการคำนวณนาน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้การใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการหาค่าที่เหมาะที่สุดสะดวกขึ้น หากมีท่านใดสนใจก็สามารถนำมาใช้ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University