บทที่ 7

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อสรุป

การวิจัยได้นำเอาเทคนิคของซูโดอินเวอร์สมาประยุกต์เข้ากับการปรับแก้ด้วยลีสท์-สแควร์โดยวิธีสมการค่าสังเกต เพื่อแก้ปัญหาการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระ และวิเคราะห์ผลการปรับแก้ตามกรณีและเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งการปรับแก้ได้แบ่งเป็น 5 กรณี โครงข่ายสามเหลี่ยมที่ปรับแก้เป็นโครงข่ายแบบ Central Net with Quadrilaterals ประกอบด้วยข้อมูลการวัดมุม การวัดระยะฐาน และการวัดแอซิมัท วิธีการคำนวณปรับแก้เริ่มจากกรณีที่ 1 เป็นการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมด้วยวิธีสมการค่าสังเกตแบบปกติ เพื่อนำเอาค่าที่ปรับแก้แล้วมาใช้เป็นค่ากำหนดสำหรับเงื่อนไขบังคับของการปรับแก้ กรณีที่ 2 เป็นการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระด้วยวิธีสมการค่าสังเกตโดยใช้เทคนิคของซูโดอินเวอร์ส และกรณีที่ 3 ถึง กรณีที่ 5 เป็นการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระด้วยวิธีสมการค่าสังเกตผสมเงื่อนไขบังคับโดยใช้เทคนิคของซูโดอินเวอร์ส เงื่อนไขบังคับเป็นค่าที่ได้มาจากการปรับแก้กรณีที่ 1 ซึ่งได้แก่ ระยะฐาน พิกัดจุดกำเนิดและแอซิมัท ผลลัพธ์จากการคำนวณปรับแก้ได้ค่าพิกัดและค่าสังเกตพร้อมทั้งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ปรับแก้แล้ว จากการคำนวณยังให้ค่าของเมตริกซ์ความแปรปรวนของค่าพิกัดที่ปรับแก้แล้ว ซึ่งใช้คำนวณค่าองค์ประกอบวงรีของความคลาดเคลื่อนในการนำไปสร้างวงรีที่ทุกสถานีในโครงข่ายของการปรับแก้แต่ละกรณี เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนค่าพิกัดของโครงข่าย ผลการปรับแก้และวิเคราะห์ผลสรุปได้ดังนี้

1. การปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระด้วยวิธีสมการค่าสังเกตโดยใช้เทคนิคของซูโดอินเวอร์ส สามารถให้ค่าของการคำนวณที่เป็นเอกภาพได้ ถึงแม้จะขาดข้อมูลการปรับแก้ในบางส่วนไป

2. การปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมด้วยวิธีสมการค่าสังเกตแบบปกติมีความเหมาะสมและคล่องตัวสำหรับโครงข่ายสามเหลี่ยมที่มีข้อมูลการปรับแก้พร้อมสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลการวัดมุม การวัดระยะฐาน การวัดแอซิมัท และพิกัดจุดกำเนิดหรือข้อมูลที่เทียบเท่ากับข้อมูล

ดังกล่าว โดยสามารถทำการปรับแก้ข้อมูลได้พร้อมกัน ผลการปรับแก้ทำให้ทราบรูปร่าง ขนาด ตำแหน่งของสถานีต่าง ๆ และลักษณะการวางตัวของโครงข่าย

3. การปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระด้วยวิธีสมการค่าสังเกตผสมเงื่อนไขบังคับ โดยใช้เทคนิคของชูโดอินเวอร์ส มีความคล่องตัวที่สามารถปรับแก้ข้อมูลที่มีอยู่เพียงบางส่วนของโครงข่ายได้ก่อน และมีความยืดหยุ่นในการปรับแก้แบบต่อเนื่องที่สามารถลดหรือเพิ่มข้อมูลได้ในภายหลัง ผลการปรับแก้ทำให้ทราบลักษณะเรขาคณิตของโครงข่ายที่แตกต่างกันในแต่ละกรณี จากอิทธิพลของข้อมูลเงื่อนไขบังคับเข้าไปในการคำนวณปรับแก้

4. จากการตรวจค่าความแปรปรวนของน้ำหนักหนึ่งหน่วยหลังการปรับแก้ ($\hat{\sigma}_o^2$) ที่มีความสัมพันธ์และแปรผันตรงกับค่าเศษคงเหลือ (V) กล่าวคือ คำนวณได้จาก $\hat{\sigma}_o^2 = V'PV/r$ ของกรณีที่ 3 ถึงกรณีที่ 5 พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากกรณีที่ 2 ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเพิ่มเงื่อนไขบังคับโดยการตรึงค่าระยะฐาน พิกัดจุดกำเนิด และแอซิมัท ทำให้เรขาคณิตของโครงข่ายต้องบิดตัวเข้ากับเงื่อนไขบังคับเหล่านี้ จึงส่งผลให้ค่าเศษคงเหลือพร้อมทั้งค่าของ $\hat{\sigma}_o^2$ เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

7.2 ประโยชน์จากการวิจัย

1. การปรับแก้วิธีสมการค่าสังเกตโดยใช้เทคนิคของชูโดอินเวอร์ส สามารถนำไปใช้ปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมทั่วไปได้ตามต้องการ ทั้งที่เป็นโครงข่ายสามเหลี่ยมปกติหรือโครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระ เนื่องจากการคำนวณพารามิเตอร์ของการปรับแก้สามารถนำเอาเทคนิคของชูโดอินเวอร์สมาใช้กับการหาส่วนกลับของเมตริกซ์ที่เป็นซิงกูลาร์หรือนอนซิงกูลาร์ได้ กล่าวคือ ส่วนกลับของเมตริกซ์ซิงกูลาร์จะเป็นกรณีหนึ่งของชูโดอินเวอร์ส ดังนั้นการปรับแก้โดยวิธีนี้จึงอำนวยประโยชน์ในด้านที่มีความคล่องตัวดีกว่าการปรับแก้โดยวิธีสมการค่าสังเกตโดยปกติ

2. การปรับแก้ด้วยวิธีสมการค่าสังเกตผสมเงื่อนไขบังคับโดยใช้เทคนิคของชูโดอินเวอร์ส สามารถนำมาใช้ปรับแก้เพื่อนำเอาผลมาวิเคราะห์ในการวางแผนปรับปรุงโครงข่ายสามเหลี่ยมได้ โดยการวิเคราะห์วงรีของความคลาดเคลื่อนของการปรับแก้เบื้องต้น เพื่อทราบว่าสถานีใดมีความคลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ที่ต้องการ จากนั้นจะพิจารณาหาวิธีลดความคลาดเคลื่อนให้ได้ตามเกณฑ์ ทั้งนี้อาจกระทำได้โดยการตรึงค่าการวัดหรือเพิ่มค่าการวัดของข้อมูลการปรับแก้ทำการคำนวณเพื่อให้ได้ผลการปรับแก้ที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถกระทำได้จากเทคนิคการปรับแก้วิธีนี้

ผลที่ได้จะนำไปใช้วางแผนในทางปฏิบัติของการปรับปรุงโครงข่ายต่อไป

3. การปรับแก้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามหัวข้อ 6.6

7.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมอิสระโดยใช้เทคนิคของซูโดอินเวอร์ส พบว่า วิธีการปรับแก้สามารถกระทำได้ด้วยความคล่องตัวและได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาวิธีการปรับแก้ในรูปแบบใหม่ โดยการศึกษาและวิเคราะห์ผลการปรับแก้โครงข่ายสามเหลี่ยมที่มีข้อมูลการปรับแก้ ทั้งที่เป็นข้อมูลการวัดและข้อมูลการตรึงค่าของปัญหาในทางปฏิบัติบางกรณี ซึ่งน่าสนใจควรที่จะได้ศึกษาและค้นคว้าต่อไปดังนี้คือ

1. โครงข่ายสามเหลี่ยมที่ประกอบด้วยข้อมูลการวัด 2 ชุด โดยชุดแรกเป็นข้อมูลการวัดที่ได้มาก่อนแต่ก็ยังไม่สามารถทำให้สมการปกติไม่เป็นซิงกูลาร์ และชุดที่สองเป็นข้อมูลการวัดเพิ่มเข้ามาภายหลังการปรับแก้จะใช้วิธีสมการค่าสังเกตแบบต่อเนื่อง จากแบบจำลองเชิงคณิต

$$L_a^1 = F_1(X_a) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7\text{-}1)$$

$$L_a^2 = F_2(X_a) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7\text{-}2)$$

แบบจำลองเชิงคณิตในสมการ (7-1) เป็นการจัดสมการของข้อมูลชุดแรก และพบปัญหาการหาส่วนกลับของเมตริกซ์ซิงกูลาร์ จึงต้องนำเอาเทคนิคของซูโดอินเวอร์สมาใช้ในส่วนนี้ จากนั้นจะเป็นการปรับแก้ต่อเนื่องของข้อมูลชุดที่สองโดยจัดสมการตามแบบจำลองเชิงคณิตในสมการ (7-2)

2. โครงข่ายสามเหลี่ยมที่ประกอบด้วยข้อมูล 2 ชุด โดยชุดแรกเป็นข้อมูลการวัดที่ได้มาก่อน และชุดที่สองเป็นข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาภายหลังแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลการวัด ส่วนที่สองเป็นข้อมูลที่ถูกตรึงค่า การปรับแก้จะใช้วิธีสมการค่าสังเกตแบบต่อเนื่องผสมเงื่อนไขบังคับ โดยมีแบบจำลองเชิงคณิต

$$L_a^1 = F_1(X_a) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7\text{-}3)$$

$$L_a^2 = F_2(X_a) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7\text{-}4)$$

$$G(X_a) = 0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7\text{-}5)$$

แบบจำลองเชิงคณิตในสมการ (7-3) เป็นการจัดสมการของข้อมูลชุดแรก ปัญหาที่เกิดขึ้นและการแก้ปัญหาเป็นเช่นเดียวกับลักษณะที่ 1 จากนั้นจึงทำการปรับแก้ต่อเนื่องของข้อมูลชุดที่สอง

โดยจัดสมการข้อมูลการวัดที่เหลือตามแบบจำลองเชิงคณิตในสมการ (7-4) และข้อมูลที่เป็นเงื่อนไขบังคับตามแบบจำลองเชิงคณิตในสมการ (7-5)