



## บทที่ 6

### วิพากษ์ สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 วิพากษ์ผลการปรับแก้โครงข่ายระดับ

ผลของการปรับแก้โครงข่ายระดับ ประกอบด้วย

1. ค่าระดับของจุดต่าง ๆ สองจุด เพราะหมุดระดับ BMA. มีค่าอ้างอิงสองค่าคือ 1.4477 ม. และ 1.4267 ม.
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับแต่ละจุด
3. ความต่างระหว่างค่าระดับที่ได้จากการปรับแก้ใหม่ ( $H_a^{(1)}$ ) เทียบกับค่าระดับที่ได้จากการปรับแก้เดิม ( $H_0$ ) โดยใช้ระดับอ้างอิงของหมุด BMA. เท่ากับ 1.4477 ม.

รายละเอียดของผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงในตาราง ข.5-1 และ ข.5-2 ส่วนข้อ 3. แสดงด้วยกราฟในรูป ข.9 ด้วย

##### 6.1.1 โครงข่ายระดับตอนเหนือเกาะหลัก

ผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับระหว่างค่าใหม่กับค่าเดิมโดยใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีดังปรากฏในรูป ข.9 เป็นการแสดงให้เห็นว่า ค่าระดับใหม่ที่ได้จากการปรับแก้ครั้งนี้ มีทั้งสูงขึ้นและต่ำลง จากค่าระดับเดิมดังนี้

1. พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ค่าระดับใหม่ต่ำกว่าค่าระดับเดิมประมาณ 12-20 ซม. ที่มาของค่าระดับเดิมได้จากผลการปรับแก้โครงข่ายระดับ ปี 2503 (รูป ข.1) ได้  $\hat{\sigma}_0^2 = 16.81$ ,  $r = 7$  โดยที่ก่อนปรับแก้ให้  $\sigma_0^2 = 1$  ดังแสดงรายละเอียดไว้ใน ตัวอย่างคำนวณปรับแก้ หัวข้อ 4.4 ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นในเชิงสถิติว่าผลลัพธ์ของการปรับแก้ครั้งนั้นยังใช้ไม่ได้ เพราะความบกพร่องของค่าสังเกตที่แฝงอยู่ในโครงข่ายระดับชั้นหนึ่ง

ดังจะเห็นได้จากรูป ข.1 มีค่าคลาดบรรจบของวงรอบระดับเกินเกณฑ์ อาทิเช่นวงจรที่ 1 และ 4 ในการวิเคราะห์หาค่าสังเกตที่เป็น gross errors ตามหัวข้อ 4.7 ได้พบว่า เส้นระดับจาก อ. บัวใหญ่ ถึง อ. บ้านไผ่ จากสระบุรี ถึง อ. สีคิ้ว (ทางรถไฟ) เป็นค่าสังเกตที่มี gross errors ดังนั้นจึงเป็นผลให้ค่าระดับเดิมของหมุดระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าผิดไปจากค่าที่ควรจะเป็น และค่าระดับที่ได้จากการปรับแก้ใหม่ก็ควรจะเป็นค่าที่น่าเชื่อถือได้มากกว่า トラบิตที่ยังไม่มีการทำระดับใหม่

2. หมุดระดับพื้นที่ภาคเหนือบริเวณ จ. อุตรดิตถ์ จ. ลำปาง (จุดที่ 49, 52, 54, 55) ค่าระดับใหม่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2-8 ซม. เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเดิมที่ได้จากการปรับแก้ ปี 2503 ในการวิเคราะห์ตามหัวข้อ 4.7 ตรวจพบว่า เส้นระดับจาก อ. พิชัย (สถานีบ้านดารา) ถึง อุตรดิตถ์ เป็นค่าสังเกตที่มี gross errors เป็นสาเหตุให้ค่าระดับเดิมของหมุดระดับบริเวณดังกล่าวมีค่าผิดไปจากค่าที่ควรจะเป็น

3. หมุดระดับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่สัดหีบ ถึง จ. ทรายดำ ค่าระดับใหม่เพิ่มขึ้นประมาณ 3-5 ซม. เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเดิม ที่มาของค่าระดับเดิมได้จากเส้นระดับ ปี พ.ศ. 2481-2 สถานีหัวลำโพง-แปดริ้ว-สัดหีบ และต่อมาปี พ.ศ. 2499-2500 ทำระดับจากสัดหีบ-จันทบุรี-ทรายดำ ลักษณะของงานระดับ ขณะนั้นยังไม่เป็นวงจรมัด อาจทำให้ค่าระดับเดิมที่คำนวณได้ครั้งก่อนมีค่าผิดไปจากค่าที่ควรจะเป็น โดยที่ข้อมูลในการปรับแก้ครั้งนี้ มีเส้นระดับจากจันทบุรี-สระแก้ว-กบินทร์ ทำให้เกิดวงจรมัดของวงรอบระดับ ดังนั้นค่าระดับที่ได้ใหม่ควรจะเป็นค่าที่น่าเชื่อถือมากกว่า

4. หมุดระดับบริเวณกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะที่จุดที่ 8 (วงเวียนใหญ่ กทม.) มีค่าระดับใหม่ต่ำกว่าค่าระดับเดิมประมาณ 30 ซม. ที่มาของค่าระดับเดิมได้จากเส้นระดับ ปี 2475-76 สะพานพุทธยอดฟ้า-วงเวียนใหญ่-สถานีรถไฟสมุทรสงคราม ลักษณะของงานระดับไม่เป็นวงจรมัด สำหรับที่มาของค่าระดับใหม่ได้จากข้อมูลของงานระดับโครงการหาอัตราการทำทรุดตัวของพื้นดินในบริเวณกรุงเทพมหานครระหว่างปี 2521-24 โดยเข้ารับรอง

กับหมุดระดับเดิมที่ราชบุรี และฉะเชิงเทรา ได้ค่าคลาดบรรจบของวงจรมัดอยู่ในเกณฑ์ แต่เมื่อตรวจสอบกับเส้นระดับ ปี 2475 ปรากฏว่าค่าคลาดบรรจบเกินเกณฑ์ สำหรับหมุดระดับที่สถานีหัวลำโพง (จุดที่ 9) ค่าระดับใหม่ต่ำกว่าเดิม ประมาณ 2 ซม. ทั้งนี้เพราะใช้ข้อมูลของเส้นระดับ ปี 2456-8 ในการปรับแก้

จากการวิเคราะห์ตามหัวข้อ 4.7 ได้เส้นระดับในตาราง 4.2 เป็นค่าสังเกตที่มี gross errors ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็นสองกลุ่มดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u>	ค่าคลาดบรรจบเกินเกณฑ์งานระดับชั้นสองได้แก่	
	เส้นระดับจากสถานีบ้านคารา อ. พิชัย-สถานีอุตรดิตถ์	(ปี 2470)
	เส้นระดับจาก จ. ตาก-จ. สุโขทัย	(ปี 2511)
	เส้นระดับจาก อ. เกิน-จ. ลำปาง	(ปี 2516)
	เส้นระดับจาก อ. บัวใหญ่-อ. บ้านไผ่	(ปี 2481)
<u>กลุ่มที่ 2</u>	ค่าคลาดบรรจบอยู่เกณฑ์งานระดับชั้นสองได้แก่	
	เส้นระดับจาก จ. สระบุรี-อ. สีคิ้ว	(ปี 2460)
	เส้นระดับจาก อ. ตะพานหิน-อ. รังษมพู	(ปี 2487)
	เส้นระดับจาก อ. พรานกระต่าย-จ. พิษณุโลก	(ปี 2520)
	เส้นระดับจาก จ. นครพนม-อ. อำนาจเจริญ	(ปี 2501)
	เส้นระดับจาก อ. หล่มสัก-จ. เลย	(ปี 2479)
	เส้นระดับจาก อ. ชุมแพ-อ. หล่มสัก	(ปี 2520)

ทั้งนี้มิได้หมายความว่าเส้นระดับที่กล่าวมานี้จะต้องเป็น gross errors เสมอไป เพราะยังไม่สามารถพิสูจน์ในที่นี้ได้ว่า สาเหตุที่แท้จริงคืออะไร สาเหตุอื่น ๆ ที่เป็นไปได้คือ

1. แบบจำลองโครงข่ายระดับยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ ถ้าได้มีการประยุกต์ค่าแรง  
อุตสาหกรรม ในการคำนวณค่าตรวจแก้ออร์ธอเมตริกอาจทำให้เส้นระดับในกลุ่มที่สอง โดยเฉพาะ  
พวกที่อยู่ในเขตพื้นที่ภูเขาสูง เป็นค่าสังเกตที่มีความสอดคล้องกับแบบจำลองโครงข่ายระดับ  
ชั้นหนึ่งมากขึ้น

2. การบรรจุงานระดับใหม่เข้ากับงานระดับเก่า บางครั้งไม่มีการตรวจสอบ  
การทรุดตัวหรือการเปลี่ยนแปลงของหมุดระดับเดิม อาจจะเป็นด้วยสาเหตุหมุดระดับบริเวณ  
ใกล้เคียงถูกทำลาย จึงไม่สามารถทำการตรวจสอบได้ หรือบางครั้งใช้หมุดระดับ B.M.S.  
เป็นจุดออกงานระดับ ซึ่งเป็นการไม่เหมาะสมเนื่องจากลักษณะการสร้างของหมุดไม่มีมั่นคง  
พอ และตำแหน่งที่ตั้งส่วนใหญ่อยู่บนถนน จึงได้รับการเสทือนจากการจราจรตลอดเวลา

3. สาเหตุจากความคลาดเคลื่อนเป็นระบบ (systemetic effects) ซึ่งเกิด  
จากเครื่องมือขาดการตรวจสอบ และ/หรือ การที่ปฏิบัติงานระดับไม่ครบตามขั้นตอนหรือกฎ  
เกณฑ์ของงานระดับชั้นหนึ่งซึ่งผู้ปฏิบัติคาดไม่ถึง

6.1.2 โครงข่ายระดับตอนใต้เกาะหลัก

เนื่องจากรูปโครงข่ายระดับไม่เอื้ออำนวยในการตรวจสอบ gross errors  
จึงเป็นสาเหตุให้ผลลัพธ์หลังการปรับแก้ไม่ผ่านการทดสอบทางสถิติ (ดูตาราง 5.1) และ  
ค่าทางสถิติที่ได้ ( $\chi^2$ ) เกินเกณฑ์ที่กำหนดมากผิดปกติ ตลอดจนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ  
ค่าระดับแต่ละจุดมีค่ามากตามไปด้วย เมื่อเทียบกับโครงข่ายระดับตอนเหนือ ดังนั้นค่าระดับ  
ที่ได้ในตาราง ข.5-2 คงมีความคลาดเคลื่อนขนาดใหญ่แฝงอยู่มาก

สภาพของโครงข่ายระดับตอนใต้นับจากเกาะหลักลงไป มีเส้นระดับตามทางรถไฟ  
และตามทางรถยนต์คู่กันไปและบรรจุกันที่ อ. หลังสวน แต่ค่าคลาดบรรจุไม่ได้ตามเกณฑ์  
จึงเท่ากับว่ายังคงเป็นเส้นระดับไปทางเดียวเหมือนเดิม ทำให้ค่าระดับใต้ จ. ชุมพร ลงไป  
มีค่าความน่าเชื่อถือน้อยลง และเส้นระดับระหว่าง จ. พัทลุง-อ. หาดใหญ่ ยังคงมีเส้นระดับ  
เดียว ทำให้ค่าระดับถัดไปจาก อ. หาดใหญ่ ลงไปใต้สุดยังมีความน่าเชื่อถือน้อยลงตามลำดับ

ดังนั้นควรที่จะมีการทำระดับเพิ่มเติมเพื่อความแข็งแรงของรูปโครงข่ายระดับในเชิง  
เรขาคณิต

## 6.2 สรุปการวิเคราะห์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการปรับแก้โครงข่ายระดับชั้นหนึ่งทั่วประเทศ  
พร้อมกันทั้งโครงข่ายโดยวิธีการสี่สัทส์แควร์แบบสมการค่าสังเกต แต่เนื่องจากสภาพทางเรขาคณิต  
ของโครงข่ายระดับ ทำให้การปรับแก้กระทำแยกจากกันระหว่างโครงข่ายระดับตอนเหนือ  
เกาะหลักทั้งหมดส่วนหนึ่ง และโครงข่ายระดับตอนใต้เกาะหลักอีกส่วนหนึ่ง ในการวิจัยนี้  
พบว่าเส้นระดับบางเส้น อาจจะมีค่าผิดพลาด และ/หรือมุมระดับบางมุมเกิดการเปลี่ยนแปลง  
ค่าระดับ

ในกรณีของโครงข่ายระดับตอนเหนือเกาะหลัก ค่าระดับที่ได้ต่างจากค่าระดับ  
เดิมไม่เกิน  $2.5 \hat{\sigma}_{Ha}$  ของแต่ละจุดถือว่าเป็นค่าความต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่บางจุดค่า  
ความต่างเกิน  $2.5 \hat{\sigma}_{Ha}$  อาทิเช่น มุมระดับ BMS. 549 อุดรดิตถ์ ( $H_{54}$ ) มุมระดับ  
BMP. 236 กทม. ( $H_8$ ) และมุมระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด ส่วนโครงข่าย  
ระดับตอนใต้เกาะหลักลงมายังเป็นโครงข่ายที่ขาดความแข็งแรงในเชิงเรขาคณิต และยังมี  
ค่าคลาดบรรจบค่อนข้างใหญ่ ทำให้ผลการปรับแก้มีความถูกต้องต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควรจะเป็น

## 6.3 ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงโครงข่ายระดับในอนาคต

1. โครงข่ายระดับตอนใต้เกาะหลัก ควรจะต้องมีการเสริมเส้นระดับใหม่ให้  
โครงข่ายระดับมีความแข็งแรงในเชิงเรขาคณิตมากขึ้น อาทิเช่นเส้นระดับจาก จ. ประจวบ-  
คีรีขันธ์ ตามทางรถไฟถึง จ. ชุมพร ควรจะมีการทำระดับใหม่และต้องเข้าบรรจบกับงาน  
ระดับตามทางรถยนต์ที่ทำการวัด เมื่อปี 2521 เพื่อจะได้สามารถทำการตรวจสอบวงจรปิด  
เป็นช่วง ๆ (ดูรูป ข.5) สำหรับเส้นระดับใหม่ที่ควรจะมีการวัดเพิ่มเติมได้แก่ เส้นทาง

- จาก ต. นางย่อน (ระนอง) ถึง อ. หลังสวน  
 จาก อ. ตะกั่วป่า-อ. พุนพิน-จ. สุราษฎร์ธานี  
 จาก จ. สุราษฎร์ธานี-อ. สิชล-จ. นครศรีธรรมราช  
 จาก อ. อ่าวลึก-อ. พระแสง-อ. เวียงสระ  
 จาก จ. ตรัง-อ. ปะเหลียน-จ. สตูล  
 จาก จ. พัทลุง-อ. รัตภูมิ-อ. หาดใหญ่

สำหรับโครงข่ายระดับตอนเหนือเกาะหลัก ควรจะมีการทำระดับเพิ่มเติมดังนี้

- จาก จ. แม่ฮ่องสอน-จ. เชียงใหม่  
 จาก อ. มุกดาหาร-อ. กุฉินารายณ์-จ. กาฬสินธุ์  
 จาก จ. กาญจนบุรี-จ. อุทัยธานี-จ. นครสวรรค์  
 จาก อ. สระแก้ว-อ. อรัญประเทศ-อ. ปราสาท (สุรินทร์)

2. สำหรับเส้นระดับกลุ่มที่หนึ่ง ในหัวข้อ 6.1.1 ควรจะมีโครงการพิเศษทำระดับในสนาม เพื่อศึกษาหาข้อยุติว่าค่าต่างระดับเดิมนั้นผิดพลาดจริงหรือไม่ ถ้าค่าต่างระดับที่ได้ใหม่ใกล้เคียงกับค่าเดิมอยู่ในเกณฑ์ ก็แสดงว่าหมุดระดับที่ใช้เป็นจุดบรรจบงานนั้น มีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับ แต่ถ้าได้ค่าใหม่ใกล้เคียงกับค่าที่ควรจะเป็นจากผลการปรับแก้ครั้งนี้ก็แสดงว่าค่าต่างระดับเดิมนั้นมีความผิดพลาด

2. เนื่องจากค่าระดับของหมุด BMA. เดิมใช้ 1.4477 ม. ซึ่งได้จากการวัดระดับน้ำ 5 ปี แต่ปัจจุบันได้มีการวัดระดับน้ำต่อเนื่องกันมา 37 ปี ได้ค่าระดับใหม่เป็น 1.4267 ม. ดังนั้นควรที่จะจัดให้มีการประชุมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปผลและเสนอให้อนุมัติใช้ค่าระดับใหม่ของหมุดระดับ BMA. เป็นทางการต่อไป

4. ตามมติของที่ประชุม I.U.G.G. ปี 2510 สำหรับเส้นระดับที่ทำการวัดมาแล้วเกิน 25 ปี (พ.ศ. 2455-2480) ควรจะต้องมีการทำระดับใหม่

5. เพื่อความสมบูรณ์ของแบบจำลองโครงข่ายระดับตามหลักการของสมการ (2 - 4) ควรมีการวัดค่าแรงดูดพิภพทุก ๆ ระยะ 15-20 กม. ในพื้นที่ราบ และทุก ๆ ระยะ 5-10 กม. ในพื้นที่ภูเขาสูงตลอดเส้นทางระดับชั้นหนึ่ง (Torge, 1980, P. 145)

6. เพื่อยึดถือเป็นมาตรฐานเดียวกัน การจำแนกประเภทมาตรฐานความถูกต้อง และเกณฑ์กำหนดทั่วไป สำหรับงานรังวัดควบคุมทางตั้ง (งานระดับ) ควรยึดถือตามมติของ F.G.C.C. (1974, 1975) เป็นหลัก (ตาราง 2.1)

7. ณ จุดที่เป็นชุมทางระดับ (junction points) ของโครงข่ายระดับชั้นหนึ่ง หมุดระดับต้องเป็นชนิดพิเศษสามหมุดสร้างในรัศมี 1 กม. โดยไม่มีการรบกวนใด ๆ จากบริเวณนั้น และความลึกของหมุดระดับต้องให้ลึกถึงชั้นหินแข็ง (solid rock)

8. แผนงานระดับชั้นหนึ่งของแต่ละปีควรจะมีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้รูปร่างจรปิดของวงรอบระดับมีย่านเวลาทำการใกล้เคียงกัน และควรจะทำให้มีความสอดคล้องกับแผนงานวัดค่าแรงดูดพิภพด้วย

9. เนื่องจากปัจจุบันเครื่องมือระดับมีความละเอียดสูงสะดวกต่อการใช้งาน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานระดับชั้นหนึ่งก็ควรเป็นบุคคลที่มีความละเอียดตามไปด้วยคือ ต้องศึกษาทำความเข้าใจเรื่องความคลาดเคลื่อนของงานระดับอย่างกว้างขวาง มีความตระหนักถึงความสำคัญของข้อมูลที่จะได้มา บางครั้งเส้นระดับใหม่เข้าบรรจบงานเก่า อาจจะได้ค่าคลาดบรรจบเกินเกณฑ์ ก็ต้องยอมให้เป็นตามจริงของข้อมูลที่ได้ ถ้าตรวจสอบแล้วว่าการทำระดับไป-กลับ ในแต่ละตอนระดับอยู่ในเกณฑ์งานชั้นหนึ่ง ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิเคราะห์โครงข่ายระดับในอนาคตต่อไป

#### 6.4 ประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลวิจัยที่ได้

1. การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นเส้นระดับที่ทำให้ค่าคลาดบรรจบเกินเกณฑ์
2. ชี้ให้เห็นความอ่อนแอของโครงข่ายระดับ และเส้นระดับใหม่ที่จะควรจะทำต่อไป

3. ได้ค่าระดับใหม่ของหมุดชุมทางระดับเป็นค่าที่น่าเชื่อถือสามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงในการคำนวณค่าระดับใหม่ให้แก่หมุดระดับอื่น ๆ ระหว่างหมุดชุมทางระดับ (ยกเว้นโครงข่ายระดับตอนใต้เกาะหลัก)

4. ผลจากการปรับแก้โครงข่ายระดับครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและปรับแก้ค่า geo-potential numbers ของหมุดระดับต่อไปในอนาคต