สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลกระทบต่องานแผนที่และการแก้ไขแผนที่เดิมให้อยู่ในระบบพื้นหลักฐานอินเดียน 2518

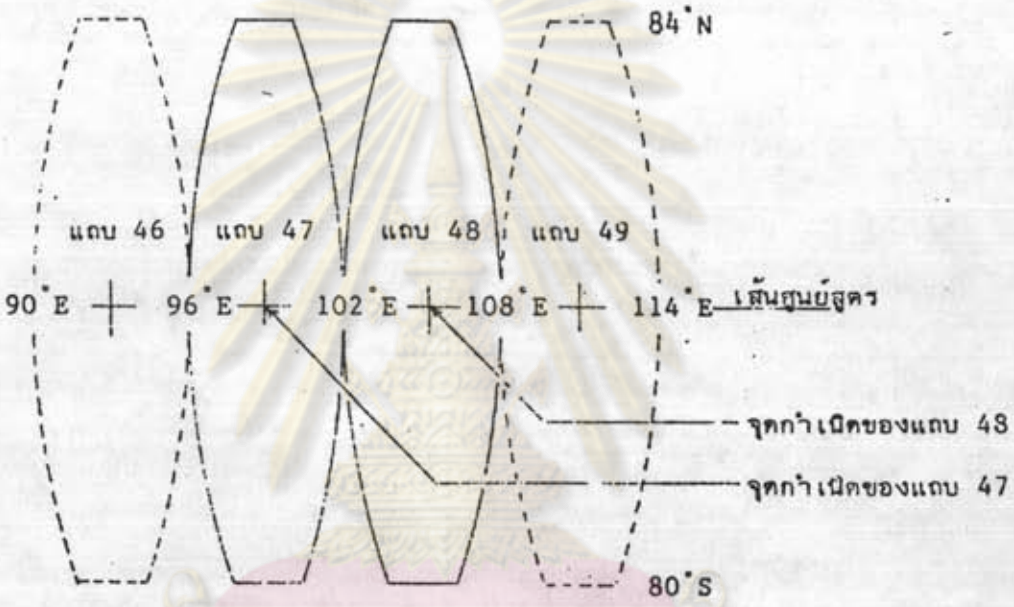
5.1 กิจการแผนที่ในประเทศไทย

แผนที่คือ ภาพเขียนลายเส้นที่แสดงส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นผิวพิภพ ลงบนพื้นราบตามมาตราส่วนโดยใช้สีและสัญญลักษณ์นิยมแทนสิ่งต่าง ๆ บนพื้นผิวพิภพเสมือนหนึ่งภาพที่มองเห็นจากเบื้องบน ในปัจจุบันกิจการแผนที่ของประเทศไทยได้มีวิวัฒนาการและการนำมาใช้อย่างกว้างขวางทั้งในกิจการทางทหารเพื่อความมั่นคงของประเทศและในกิจการพลเรือนเพื่อการพัฒนาประเทศ ดังนั้นจึงมีหน่วยราชการหลายหน่วยซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตแผนที่ขึ้นเพื่อใช้งานตามความมุ่งหมายและความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน เช่น กรมแผนที่ทหารผลิตแผนที่เพื่อใช้ในกิจการทหาร กรมชลประทานผลิตแผนที่เพื่อกิจการชลประทาน กรมพัฒนาที่ดินผลิตแผนที่เพื่อจำแนกประเภทของที่ดินเพื่อทราบคุณลักษณะของที่ดินเพื่อการพัฒนาการเกษตรกรรม เป็นต้น

หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 สงบลงองค์การ NATO ได้ตัดสินใจที่จะขจัดความแตกต่างในเรื่องของเส้นโครงแผนที่แบบต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะได้ประสบกับปัญหาหลาย ๆ อย่างเกี่ยวกับการใช้แผนที่รบร่วมกันในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เพราะประเทศต่าง ๆ เหล่านั้นใช้ขนาดลูกโลก (spheroid) แตกต่างกันบ้าง ระบบพิกัดที่ใช้กำหนดที่หมายในแผนที่แตกต่างกันบ้าง จึงได้ทำการพัฒนาค้นคว้าหาแบบของเส้นโครงแผนที่ที่สามารถจะนำไปใช้ได้ทุกประเทศทั่วโลก สมาคม International Union of Geodesy and Geophysic หรือ IUGG ได้ยอมรับเส้นโครงแผนที่ระบบใหม่คือ Universal Transverse Mercator ในปี ค.ศ. 1924 โดยดัดแปลงมาจาก Mercator Projection โดยใช้ทรงกระบอกหมุนไป 90° จากตำแหน่ง Normal Position ณ ตำแหน่ง Transverse นี้แกนของรูปทรงกระบอกจะทับกับเส้น Equator และตั้งได้ฉากกับแนวขั้วโลกเหนือและใต้ เส้นโครงแผนที่แบบนี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเกือบทั่วโลก รัฐบาลไทยโดยกรมแผนที่ทหารได้ตกลงใจนำมาใช้ในกิจการแผนที่ของประเทศไทย เมื่อเริ่มโครงการทำแผนที่ภายในประเทศระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลสหรัฐในปี พ.ศ.

2496 (ค.ศ. 1953) แผนที่ภูมิประเทศของประเทศไทยใช้เส้นโครงแผนที่ระบบ UTM โดยเป็นระบบที่ได้จากการฉายแผนที่คงรูป (Conformal Projection) มีรายละเอียดดังนี้

- ชนิดของการฉายแผนที่ : Transverse Mercator Projection
- รูปทรงรีอ้างอิง : ประเทศไทยใช้ Everest's Spheriod ซึ่งมีค่า a = 6377276.345 เมตร, f = 1/300.8017



รูป 5.1 ขอบเขตของพิกัดแผนที่ UTM สำหรับแถบที่ 47 และ 48

- ตำแหน่งของจุดกำเนิดในแต่ละแถบ : อยู่ที่จุดตัดระหว่างเส้นเมอริเดียนกลางกับเส้นศูนย์สูตร
- ค่าพิกัดเทียมในแนวเหนือ-ใต้ (False Northing) ของจุดกำเนิด : 0 เมตร (: 10,000,000 เมตรสำหรับซีกโลกใต้)
- ค่า Scale factor ที่เส้นเมอริเดียนกลาง : 0.9996
- เลขหมายกำกับ Zone : Zone แรกอยู่ระหว่าง 180°W-174°W Zone ต่อไปจะถัดไปทางตะวันออก Zone ละ 6° จนถึง Zone ที่ 60 ระหว่าง 174E-180E (ประเทศไทยอยู่ในเขต Zone. 47, 48)
- ขอบเขตแนวเหนือ-ใต้ : ทิศเหนือจดละติจูด 84°N ทิศใต้จดละติจูด 80° S

- ขอบเขตตามแนวตะวันออก-ตะวันตก : เส้นเมอริเดียนหรือลองจิจูดที่สามารถหารลงตัวด้วย 6

5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพิกัดทางราบ

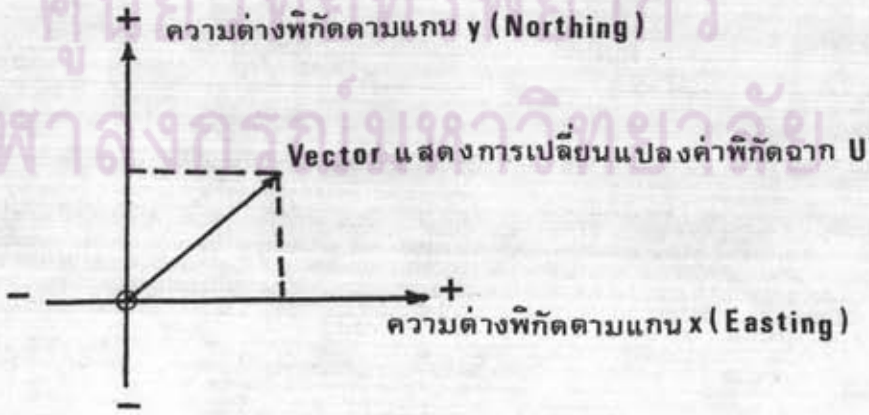
บนเส้นโครงแผนที่ระบบ UTM เป็นระบบพิกัดฉากที่มีความสำคัญโดยตรงกับระบบพิกัดยีออเดติก ซึ่งความสัมพันธ์นี้สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$x = f_1(\phi, \lambda) \qquad \text{หรือ} \qquad \phi = g_1(x, y)$$

$$y = f_2(\phi, \lambda) \qquad\qquad \lambda = g_2(x, y)$$

สมการทั้งสองชุดนี้มีชื่อว่าสมการการฉายแผนที่ (Mapping Equation) เมื่อมีการเปลี่ยนพื้นหลักฐานจากพื้นหลักฐานอินเดียน 2497 มาเป็นพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 เป็นผลให้ค่าพิกัดในระบบยีออเดติก (ϕ, λ) เปลี่ยนไปจากเดิม ค่าพิกัด x, y บนเส้นโครงแผนที่ UTM ย่อมจะเปลี่ยนไปด้วย

การวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบบนเส้นโครงระบบ UTM อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนพื้นหลักฐาน กระทำโดยนำค่าพิกัดยีออเดติกของพื้นหลักฐานทั้งสอง ณ สถานีสามเหลี่ยมควบคุมชั้นที่ 1 จำนวน 281 สถานี แปลงเป็นค่าพิกัดฉาก (x, y) ในระบบ UTM โดยสมการ Mapping Equation นำความต่างของค่าพิกัดฉากระบบ UTM บนพื้นหลักฐานทั้งสองมาพล็อต (plot) ลงบนตำแหน่งของสถานีสามเหลี่ยมชั้นที่ 1 ตามมาตราส่วน ตามรูป 5.2



รูป 5.2 วิธีการลงเวคเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงพิกัดฉาก UTM

ผลจากการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบบนเส้นโครงแผนที่ระบบ UTM แสดงไว้ด้วยเวคเตอร์ ตามมาตราส่วน ในรูปที่ 5.3 และข้อมูลการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาคผนวก ค พบว่าความเปลี่ยนแปลงจะมีมากทางภาคใต้ของประเทศตั้งแต่ละติจูด 10° ลงไปโดยเฉลี่ยประมาณ 30 เมตรทางละติจูด และประมาณ 26 เมตรทางลองจิจูด โดยที่ความเปลี่ยนแปลงทางละติจูดมากที่สุด ณ สถานีสามเหลี่ยมหมายเลข 185 จำนวน 42 เมตร และความเปลี่ยนแปลงทางลองจิจูดมากที่สุด ณ สถานีสามเหลี่ยมหมายเลข 186 จำนวน 36 เมตร

5.3 การพิจารณาแก้ไขแผนที่

จากการเปลี่ยนพื้นหลักฐานอินเดียน 2497 มาใช้พื้นหลักฐานอินเดียน 2518 เป็นผลให้ค่าพิกัดทางราบเปลี่ยนไปจากเดิม ดังนั้นแผนที่ที่ประกอบขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากค่าพิกัดทางราบบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2497 ย่อมจะเปลี่ยนไปมากหรือน้อยซึ่งขึ้นอยู่กับมาตราส่วนของแผนที่และความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบบริเวณนั้นในการพิจารณาแก้ไขแผนที่ให้ถูกต้องนั้นสมควรพิจารณาถึง 2 ลักษณะใหญ่ ๆ กล่าวคือ

5.3.1 การพิจารณาแก้ไขในเชิงตัวเลข ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนพื้นหลักฐาน ถ้าพิจารณาปริมาณเหล่านั้นในลักษณะตัวเลขแล้ว ไม่ว่าปริมาณนั้นจะมีขนาดเล็กเพียงใดก็ตามทำการแก้ไขให้ตัวเลขเหล่านั้นถูกต้องตามความเป็นจริงได้ ดังนั้นการแก้ไขแผนที่ให้ถูกต้องตามสภาพของค่าพิกัดทางราบบนพื้นหลักฐานใหม่ จึงสามารถกระทำได้กับแผนที่ทุก ๆ ระวาง

5.3.2 การพิจารณาการแก้ไขในเชิงกราฟิก ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบที่เกิดขึ้นบนแผนที่แต่ละระวาง แต่ละมาตราส่วน จะมีมากน้อยแตกต่างกันออกไป เช่น บนแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบขนาดโตที่สุด 42 เมตร เมื่อถูกย่อลงบนแผนที่จะมีขนาดเล็กเพียง 0.16 มม. เท่านั้น ขณะที่บนแผนที่มาตราส่วน 1:12,500 ความเปลี่ยนแปลงบนแผนที่จะมีขนาด 3.36 มม. และถึงแม้บนแผนที่มาตราส่วนเดียวกัน แต่ครอบคลุมคนละพื้นที่ ปริมาณความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบก็จะแตกต่างกันออกไป เช่น แผนที่ระวางมาตราส่วน 1:10,000 ระวางหนึ่งอยู่ในพื้นที่ จังหวัดร้อยเอ็ด มีความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบ ทางละติจูดประมาณ 3 ม. และทางลองจิจูดประมาณ 4 ม. ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้ถ้าคิดเป็นระยะบนแผนที่จะมีขนาดเพียง 0.3 มม. และ 0.4 มม. ขณะที่แผนที่

รูปที่ 5.3 แผนภูมิความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบในระบบพิกัด UTM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

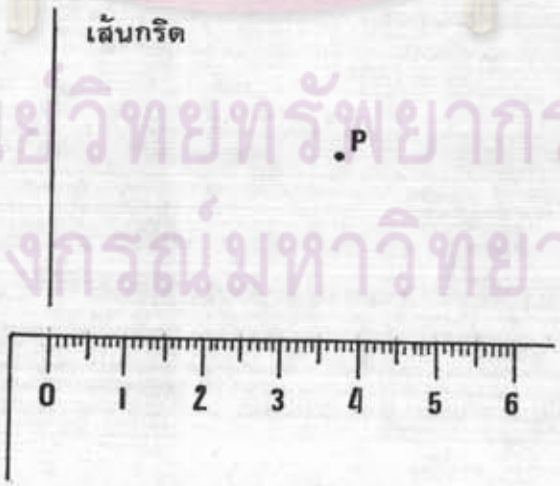
มาตราส่วนเดียวกันแต่ครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดปัตตานี ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงทางละติจูดประมาณ 32 ม. ทางลองจิจูดประมาณ 36 ม. เมื่อคิดเป็นขนาดความเปลี่ยนแปลงบนแผนที่จะมีขนาด 3.2 มม. และ 3.6 มม. ตามลำดับ ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบนี้ถ้ามีขนาดเล็กมาก ๆ ก็ไม่มีความจำเป็นในการแก้ไขและบางกรณีก็ไม่สามารถแก้ไขได้โดยวิธีการของกราฟิก ทั้งนี้เพราะ

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการรังวัดเพื่อการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ ซึ่งโดยปกติแล้วใช้บรรทัดซึ่งมีส่วนแบ่งละเอียดที่สุด 1 มม. ดังนั้นความถูกต้องจากการวัดด้วยบรรทัด จะมีความละเอียดเพียง 0.5 มม. โดยการกะประมาณด้วยสายตา

ข. การกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ ซึ่งจะทำโดยดินสอหรือปากกาเพื่อทำการรังวัดค่าพิกัด สำหรับปลายดินสอหรือปากกาที่ใช้กำหนดจุดลงบนแผนที่นั้น จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.2-0.5 มม.

ค. ความหนาของเส้นกริดในการวัดค่าพิกัดตำแหน่งบนแผนที่ต้องกระทำโดยวัดจากเส้นกริดตั้งและนอนซึ่งดีเป็นตารางบนแผนที่ ซึ่งเส้นกริดเหล่านี้มีความหนาตั้งแต่ 0.1-0.3 มม.

ดังนั้นข้อพิจารณาสำหรับการแก้ไขแผนที่ในเชิงกราฟิก ควรจะพิจารณาแก้ไขเมื่อความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นโตพอที่ผู้ใช้แผนที่สามารถวัดได้บนแผนที่กล่าวคือ



รูป 5.4 การวัดค่าพิกัดตำแหน่งบนแผนที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการวัดระยะเพื่อหาค่าพิกัดของจุดบนแผนที่โดยทั่วไปแล้วกระทำได้โดยการนำบรรทัดยึดแบ่งเริ่มต้น วัดไปตามแกนของแผนที่จนถึงจุดที่พิจารณา ฉะนั้น

ระยะ = ค่าปลาย - ค่าต้น

σ^2ระยะ = σ^2 ค่าปลาย + σ^2ค่าต้น - 2ρค่าปลาย, ค่าต้น × σค่าปลาย × σค่าต้น

ความคลาดเคลื่อน ณ จุดปลายนั้นเกิดขึ้นจากการนำบรรทัดไปทาบกับจุดที่กำลังพิจารณา ดังนั้นความคลาดเคลื่อน ณ จุดปลายจึงเกิดจากความคลาดเคลื่อนของบรรทัด ซึ่งมีค่า 0.5 มม. รวมกับความคลาดเคลื่อนของการกำหนดจุดบนแผนที่ ซึ่งมีค่า 0.3 มม. ดังนั้น

σ^2ค่าปลาย = $0.5^2 + 0.3^2$

= 0.34

ความคลาดเคลื่อน ณ จุดต้นของการวัดระยะเกิดจากการนำบรรทัดไปทาบกับเส้นกริด ความคลาดเคลื่อน ณ จุดต้นจึงเกิดจากความคลาดเคลื่อนของบรรทัด 0.5 มม. รวมกับความคลาดเคลื่อนของเส้นกริดซึ่งมีค่า 0.2 มม.

σ^2ค่าต้น = $0.5^2 + 0.2^2$

= 0.29

และเนื่องจากการอ่านค่าปลายและค่าต้นบนบรรทัดถือเป็นอิสระต่อกัน ฉะนั้น

σ^2ระยะ = σ^2ค่าปลาย + σ^2ค่าต้น

= 0.34 + 0.29

σระยะ = 0.8 มม.

การพิจารณาแก้ไขแผนที่สมควรใช้ระดับความมีนัยสำคัญ 95 % ในการทดสอบทางสถิติ 1.6455σ ซึ่งเท่ากับ 1.3 มม. เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจที่จะทำการแก้ไขแผนที่ นั่นคือถ้าความเปลี่ยนแปลงบนแผนที่โตกว่าหรือเท่ากับ 1.3 มม. ก็ทำการแก้ไขแผนที่โดยวิธีกราฟิก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 วิธีการแก้ไขแผนที่ให้ถูกต้อง

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วนแล้วเห็นสมควรแก้ไขแผนที่ให้ถูกต้องสิ่งต่อไปที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องคำนึงถึงคือวิธีการในการแก้ไขซึ่งพอจะสรุปได้เป็น 2 วิธีการคือ

5.4.1 การแก้ไขแผนที่เชิงกราฟิกโดยการสร้างเส้นกริดขึ้นใหม่

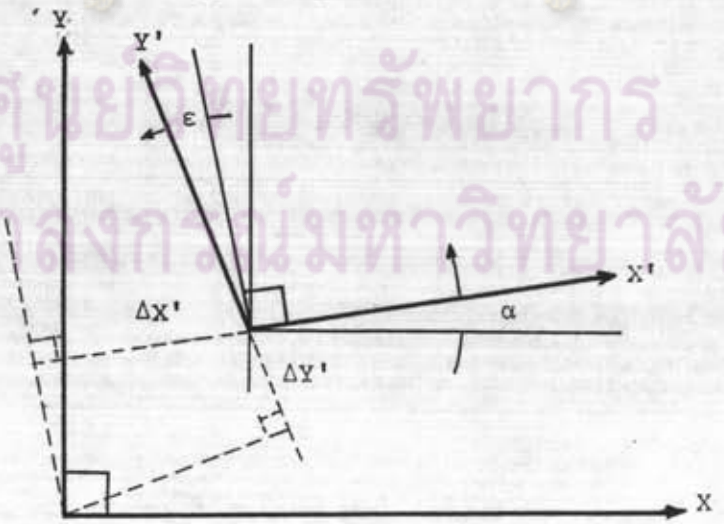
ในการแปลงพิกัด UTM จากพื้นหลักฐานอินเดียน 2497 เป็นค่าพิกัด UTM ชุดใหม่บนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 สูตรที่ใช้เป็นสูตร Linear Nonconformal Least Square Solution เมื่อพิจารณาในลักษณะผลการเลื่อนของเส้นกริดแผนที่ มุมระหว่างเส้นกริดตั้งและนอนชุดใหม่บนระนาบแผนที่จะเสียสภาพไปจากลักษณะมุมฉาก จึงสมควรมีการตรวจสอบถึงความเสียสภาพมุมฉากของเส้นกริดชุดใหม่ก่อนจะทำการแก้ไขแผนที่เชิงกราฟิก

5.4.1.1 การตรวจสอบความเสียสภาพมุมฉากของเส้นกริด

การแปลงพิกัด 2 มิติ จากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่งสามารถใช้ General affine transformation ของการแปลงค่าพิกัด จากระบบ X, Y ไปเป็น X', Y' ดังต่อไปนี้

$$X' = a_1 X + b_1 Y + c_1 \qquad \text{.....(5.1)}$$

$$Y' = a_2 X + b_2 Y + c_2 \qquad \text{.....(5.2)}$$



รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัด X, Y และ X', Y'

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 5.4 สามารถพิสูจน์ได้ว่า (Merchant, 1973)

$$X' = C_x \times X \times \cos + C_y \times Y \times \sin\alpha + \Delta X' \quad .....(5.3)$$

$$Y' = -C_x \times X \times \sin(\alpha + \varepsilon) + C_y \times Y \times \cos(\alpha + \varepsilon) + \Delta Y' \quad ..(5.4)$$

โดยที่

C_x, C_y สเกลแฟกเตอร์ตามแนวแกน X และ Y

α มุมระหว่างแกน X และ X'

ε มุมที่ทำให้เสียสภาพมุมฉากของระบบบนแกน X', Y'

การตรวจสอบขนาดของมุมที่ทำให้เส้นกริดเสียสภาพมุมฉากได้เลือกสุ่มพื้นที่จำนวน 50 พื้นที่ที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศทั้งหมด จากเทคนิคการแก้ปัญหาสมการตามภาคผนวก ง สามารถคำนวณขนาดของมุมหมุนของแกนพิกัด (α) และมุมที่ทำให้เส้นกริดเสียสภาพมุมฉาก (ε) ดังแสดงในตาราง 5.1 ได้ผลสรุปดังนี้

ขนาดมุมหมุนของแกนพิกัดเฉลี่ย	=	13.07	พิลิบดา
ขนาดมุมหมุนของแกนพิกัดโตที่สุด	=	35.79	พิลิบดา
ขนาดมุมที่ทำให้เส้นกริดเสียสภาพมุมฉากเฉลี่ย	=	07.51	พิลิบดา
ขนาดมุมที่ทำให้เส้นกริดเสียสภาพมุมฉากโตที่สุด	=	30.29	พิลิบดา

จากตารางที่ 5.1 ค่ามุม α และ ε ที่คำนวณได้มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถแสดงได้โดยวิธีกราฟิก ทำให้สรุปได้ว่าเส้นกริดชุดใหม่บนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 ซึ่งได้จากสมการ Linear Nonconformal Least Square Solution เมื่อพิจารณาลักษณะกราฟิกยังคงเป็นมุมฉากตลอดทั้งพื้นที่ประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.1.2 การแก้ไขแผนที่เชิงกราฟิก

เนื่องจากแผนที่ที่สมควรได้รับการแก้ไขนั้นเป็นแผนที่มาตราส่วนใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ไม่กว้างขวางนักและขนาดความแตกต่างของการเปลี่ยนค่าพิกัดทางราบระหว่างจุดในบริเวณเดียวกันเมื่อทอนเป็นระยะบนแผนที่แล้วจะมีขนาดเล็กมากผลทางกราฟิกถือว่า = 0 สามารถสรุปได้ว่าความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบในบริเวณแคบ ๆ จะมีความเปลี่ยนแปลงเท่ากันหมด ดังนั้นสามารถใช้เส้นกริดเดิมเป็นหลักและสร้างเส้นกริดใหม่ขึ้นตามขนาดของความเปลี่ยนแปลงทาง Northing และ Easting ด้วยเช่นกัน เส้นกริดที่สร้างขึ้นใหม่นี้สมควรจัด

ตารางที่ 5.1 ขนาดของมุมมที่ทำให้เส้นกริด UTM บนพื้นหลักฐาน-
อินเดียน 2518 เสียสภาพมุมฉาก (α, ε)

ลำดับที่	พื้นที่หมายเลข	มุมหมุนของแกนพิกัด (α)	มุมที่ทำให้เสียสภาพมุมฉาก (ε)
1	1	-07".22	00".53
2	3	00.00	-00.43
3	5	-03.09	02.00
4	7	00.00	00.12
5	11	-30.63	11.47
6	12	-03.09	-00.33
7	15	-07.22	02.96
8	18	-07.22	03.53
9	20	-12.38	06.55
10	23	03.09	-04.77
11	24	-09.28	00.01
12	27	00.00	-03.89
13	29	00.00	-09.84
14	31	-04.13	03.58
15	34	-10.31	05.10
16	37	-10.31	01.95
17	45	-30.32	-01.83
18	47	-03.09	00.32
19	50	-04.13	00.15
20	52	-17.53	-03.01
21	54	-28.16	01.09
22	60	-32.80	13.55
23	61	-04.13	-02.61
24	63	00.00	-04.29
25	67	-33.93	13.08
26	68	-29.81	11.51
27	74	-35.79	21.37
28	75	-21.97	00.00
29	79	14.44	-30.29
30	88	-21.35	06.61
31	91	-11.34	-10.25

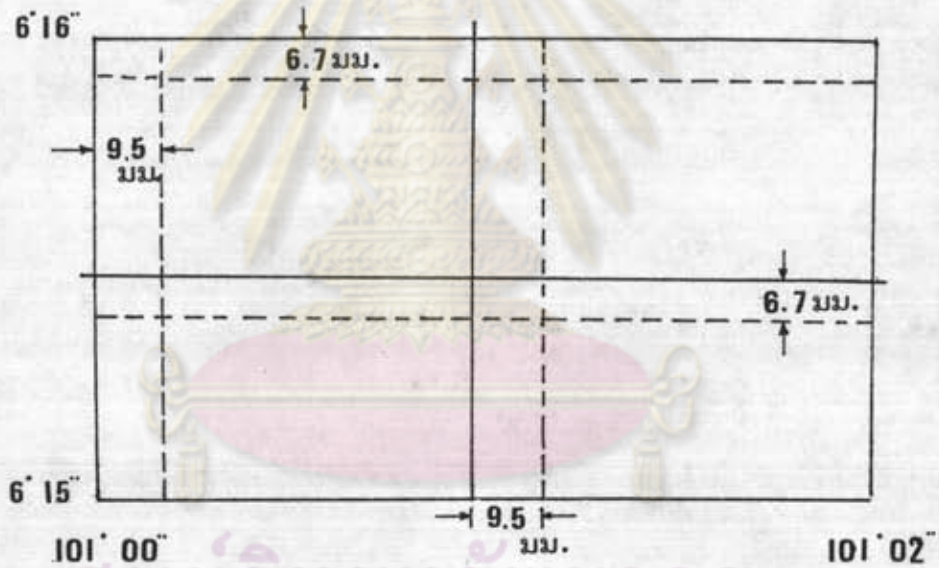
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ลำดับที่	พื้นที่หมายเลข	มุมหมุนของแกนพิกัด (α)	มุมที่ทำให้เสียสภาพมุมฉาก (ε)
32	93	-26.51	-19.41
33	94	-30.94	05.58
34	100	-24.75	06.58
35	102	04.13	-28.02
36	106	-33.52	22.48
37	109	-28.26	-34.08
38	113	-25.27	07.26
39	116	-08.25	-05.36
40	121	-04.13	00.64
41	123	-04.13	01.43
42	127	-14.44	17.47
43	129	-07.22	07.52
44	133	12.38	-04.70
45	136	-08.25	07.08
46	138	-09.20	15.61
47	141	00.00	02.17
48	146	00.00	00.16
49	115	-05.16	-00.08
50	150	-10.31	18.79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ด้วยสีเข้มซึ่งต่างจากสีเดิมทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ค่าพิกัดได้ทั้งสองระบบพื้นหลักฐาน อีกทั้งยังสามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น ต้องการแก้ไขแผนที่ของสำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร มาตราส่วน 1/4,000 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดปัตตานี ระหว่างละติจูด 6° 15' ถึง 6° 16' และลองจิจูด 101° 00' ถึง 101° 02' สำหรับการเปลี่ยนค่าพิกัดทางราบถ้าใช้แผนภูมิความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบในระบบ UTM โดยการวัดตามสเกลจะได้ค่าเปลี่ยนแปลงทาง Northing ประมาณ -27 เมตร หรือมีขนาด - 6.7 มม. บนแผนที่ ค่าเปลี่ยนแปลงทาง Easting ประมาณ 38 เมตร หรือ + 9.5 มม. บนแผนที่ เส้นกริดใหม่จะเลื่อนจากเดิมไปทาง Northing - 6.7 มม. และทาง Easting + 9.5 มม.



รูปที่ 5.6 แสดงการจัดทำเส้นกริดใหม่โดยใช้เส้นกริดเดิมเป็นแกนอ้างอิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบซึ่งหาได้โดยใช้ วัดตามมาตราส่วนจากแผนภูมิความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบในระบบ UTM อาจจะไม่ให้ความถูกต้องที่ดีถ้าผู้ใช้ต้องการความถูกต้องยิ่งขึ้นไปก็อาจใช้วิธีพิจารณาว่าแผนที่นั้นครอบคลุมอยู่ในพื้นที่ (Area) หมายเลขใด ดังตัวอย่างซึ่งอยู่ในพื้นที่หมายเลข 115

ในพื้นที่นี้ $E = 1.0000234745\ X + .0000261290\ Y + 37.206$

$N = 1.0000200900\ Y + .000253912\ X - 64.145$

สุ่มพิกัดตำแหน่งทางราบในบริเวณนั้นออกมาจำนวนหนึ่ง ให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดแล้วหาอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าพิกัดทางราบ นำมาเฉลี่ยหาค่าเปลี่ยนแปลงของพิกัดตำแหน่งทางราบดังตัวอย่าง

No	N_{2497}	E_{2497}	N_{2518}	E_{2518}	ΔN	ΔE
1	691239.451	721803.407	691207.520	721839.495	-31.939	36.088
2	692713.310	721582.595	692681.403	721618.639	-31.907	36.044
3	692756.678	724871.763	692724.856	724907.884	-31.822	36.121
4	691526.213	724476.874	691494.356	724513.017	-31.857	36.143
5	692201.524	724320.557	692169.676	724356.679	-31.848	36.122

เฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงทางละติจูดประมาณ 31.8 เมตร ทางลองจิจูดประมาณ 36.1 เมตร นำค่าความเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดนี้ไปสร้างเส้นกริดเช่นเดียวกัน

5.4.2 เขียนอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบกำกับแผนที่ระวางนั้น

วิธีการนี้สามารถใช้ได้กว้างขวางกับแผนที่ทุก ๆ ระวาง โดยการเขียนสูตรการแปลงพิกัด "Linear Nonconformal Least Square Solution" ในแต่พื้นที่ลงบนแผนที่อาจเป็นมุมใดมุมหนึ่งของแผนที่ โดยพิจารณาว่าแผนที่ระวางนั้นอยู่ในพื้นที่ (Area) หมายเลขเท่าใดก็เขียนสูตรการเปลี่ยนแปลงค่าพิกัดของพื้นที่นั้นกำกับไว้ เช่น แผนที่ของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1/25,000 ระวาง 5269 I NE ซึ่งอยู่ในพื้นที่หมายเลข 15 ก็ใช้สูตรของพื้นที่หมายเลข 15 คือ

$$E = 1.0000258369\ X - .0000309423\ Y + 35.099$$

$$N = 1.0000300060\ Y + .0000206553\ X - 62.164$$

เมื่อมีการนำแผนที่ระวางนี้มาใช้งาน และต้องการทราบค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 ก็แทนค่าพิกัดทางราบทั้งทาง Northing และ Easting ลงในสมการที่ให้ไว้ ก็จะได้ค่าพิกัดทางราบใหม่บนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 สมการนี้เป็นสมการเส้นตรงอีกทั้งปัจจุบันนักสำรวจทุกระดับขั้นมักมีเครื่องคำนวณขนาดเล็กซึ่งมีขีดความสามารถสูง สามารถคำนวณค่าพิกัดบนพื้นหลักฐานอินเดียน 2518 ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องวิธีการนี้เป็นวิธีที่ประหยัดและรวดเร็ว

ในการแก้ไขแผนที่ที่มีอยู่แล้วให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนพื้นหลักฐานในการสำรวจ และสามารถเปรียบเทียบค่าพิกัดทางราบทั้งสองระบบที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย

5.5 ปัจจัยอื่น ๆ ที่ควรคำนึงถึงในการแก้ไขแผนที่

ในการแก้ไขแผนที่ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนพื้นหลักฐาน นอกจากจะพิจารณาระยะที่เปลี่ยนไปบนแผนที่ซึ่งควรจะโตกว่า 1.3 มม. ตามข้อ 5.3.2 แล้วยังมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึงอีกหลายประการกล่าวคือ

ก. บนแผนที่แต่ละระวางมีความคลาดเคลื่อนทางพิกัดตำแหน่งแฝงอยู่เสมอ ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้เกิดขึ้นจาก การสำรวจควบคุมทางภาคพื้นดิน ความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการประกอบแผนที่ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการยืดหดของวัสดุที่ใช้ทำแผนที่ ดังนั้นก่อนทำการแก้ไขแผนที่หน่วยงานควรจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ของตนเสียก่อน

ข. ในการแก้ไขแผนที่โดยการขยับเส้นกริดนั้นจะทำให้ได้ประโยชน์โดยตรงสำหรับหน่วยงานที่มีการใช้แผนที่ในลักษณะ "รังวัดพิกัดสมบูรณ์" (Absolute Coordinate) คือทำการรังวัดค่าพิกัดจากเส้นกริดบนแผนที่นั้น ค่าพิกัดที่รังวัดได้จะเป็นค่าพิกัดที่ถูกต้องบนพื้นหลักฐานใหม่สำหรับหน่วยงานที่มีการใช้แผนที่ในลักษณะ "รังวัดพิกัดสัมพัทธ์" (Relative Coordinate) การขยับเส้นกริดไปจะไม่มีผลต่อการใช้งานนัก เพราะตำแหน่งของจุดบนแผนที่ยังคงอยู่ที่เดิม แต่ในทางวิชาการ เมื่อมีการผลิตแผนที่ขึ้นใช้งานตำแหน่งของเส้นกริดจะต้องลงไว้ให้ถูกต้องสอดคล้องกับพื้นหลักฐานทางภาคพื้นดิน ฉะนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนพื้นหลักฐานทางภาคพื้นดินก็จำเป็นต้องมีการขยับเส้นกริดตามไปด้วย

ดังนั้นสำหรับบางหน่วยงานที่มีความเห็นว่างานแผนที่ของตนบนพื้นหลักฐานเดิมสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ดังนั้นเพื่อมิให้เป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณในการแก้ไขแผนที่จะไม่ทำการแก้ไขก็สมควรมีการชี้แจงให้ผู้ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับงานรังวัดและแผนที่รับทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าพิกัดทางราบบนแผนที่ของตนและมีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพื้นหลักฐานโดยเฉพาะ "Thailand Conversion of Lower-Order Control from Indian 1916 Datum to Indian 1975 Datum" เก็บรักษาไว้กับหน่วยงาน เมื่อมีความต้องการแก้ไขแผนที่หรือโยงยึดงานสำรวจของตนเข้ากับโครงข่ายควบคุมของประเทศก็สามารถกระทำได้ทันที